

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS**

DANIEL CLAUDIO GRIGOLO

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA E DO MÍLDIO
NA SOJA E SEU EFEITO NO DESEMPENHO DA CULTURA E NA INDUÇÃO DE
RESISTÊNCIA**

DISSERTAÇÃO

DOIS VIZINHOS

2017

DANIEL CLAUDIO GRIGOLO

**ESTRATÉGIAS DE MANEJO QUÍMICO DA FERRUGEM ASIÁTICA E DO MÍLDIO
NA SOJA E SEU EFEITO NO DESEMPENHO DA CULTURA E NA INDUÇÃO DE
RESISTÊNCIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas - Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti

DOIS VIZINHOS

2017

G857e Grigolo, Daniel Claudio.
Estratégias de manejo químico da ferrugem asiática e do míldo na soja e seu efeito no desempenho da cultura e na indução de resistência. / Daniel Claudio Grigolo – Dois Vizinhos: [s.n], 2017.
61f.

Orientador: Dr. Jean Carlo Possenti.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas. Dois Vizinhos, 2017.
Bibliografia p.51-61

1.Qualidade de semente. 2.Cultura da soja. 3. Controle de doenças. I. Possenti, Jean Carlos, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos. III. Título

CDD:633.34

Ficha catalográfica elaborada por Keli Rodrigues do Amaral CRB: 9/1559

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Câmpus Dois Vizinhos
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação n° 009

Estratégias de manejo químico da ferrugem asiática e do míldio na soja e seu efeito no desempenho da cultura e na indução de resistência

Daniel Cláudio Grigolo

Dissertação apresentada às quatorze horas do dia trinta e um de agosto de dois mil e dezessete, como requisito parcial para obtenção do título de MESTRE EM AGROECOSSISTEMAS, Linha de Pesquisa – Manejo e Conservação de Agroecossistemas, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (Área de Concentração: Agroecossistemas), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho

Banca examinadora:

Jean Carlo Possenti
UTFPR-DV

Carlos André Bahry
UTFPR-DV

Gilmar Franzener
UFFS

Prof. Dr. Eleandro José Brun
Coordenador do PPGSIS

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas.

Ao Senhor nosso Deus, fonte de toda ciência.
À minha família.
Com todo meu amor.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Sirlene, pelo incentivo e pela paciência.

Ao meu estimado orientador, Dr. Jean Carlo Possenti pela orientação, apoio, dedicação ao meu aprendizado, confiança, ensinamentos e conselhos. Exemplo que levarei para toda minha vida.

Aos co-orientadores, Dr. Sérgio Miguel Mazaro e Lucas da Silva Domingues por compartilharem dificuldades, experiências e conhecimento.

À todos os colegas que auxiliaram nas análises laboratoriais.

À UTFPR e ao PPGSIS, pela oportunidade da realização do mestrado.

À todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

GRIGOLO, Daniel Claudio. Estratégias de manejo químico da ferrugem asiática e do míldio na soja e seu efeito no desempenho da cultura e na indução de resistência. 60f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Agroecossistemas) – Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (Área de Concentração: Produção Vegetal), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

A cultura da soja é reconhecida por sua importância no fornecimento de grãos e derivados para o consumo humano, animal, produção de biocombustíveis, produtos farmacêuticos, entre outros. Resultados positivos obtidos através de pesquisas com indutores de resistência isolados em algumas culturas despertaram para um estudo mais aprofundado. O trabalho foi conduzido durante duas safras (2015/2016; 2016/2017) na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. Para ambos experimentos foram utilizadas sementes de soja C2 do cultivar NIDERA NA 5909 RG. Para a safra 2015/2016, foram realizadas as avaliações referentes a qualidade de sementes, bem como o efeito da associação de fosfitos e acibenzolar-s-metil à fungicidas na indução de resistência e no controle de ferrugem asiática e míldio. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, composto por doze tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram correspondentes às combinações de dois fungicidas comerciais (Fungicida 1: Azoxistrobina + Benzovindiflupir; e Fungicida 2: Azoxistrobina + Ciproconazol), três fosfitos (Fosfito 1: Fosfito de Manganês, Fosfito 2: Fosfito de Potássio; e Fosfito 3: Fosfito de Cobre e Boro) e um ativador de plantas (acibenzolar-S-metil - ASM), além de uma testemunha. Para a safra 2016/2017, foram realizadas as avaliações referente a qualidade de sementes e controle de ferrugem asiática e míldio em plantas de soja. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBA), composto por dez tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos foram correspondentes às combinações de dois fungicidas comerciais (Fungicida 1: Azoxistrobina + Benzovindiflupir; e Fungicida 3: Picoxistrobina + Ciproconazol), três fosfitos (Fosfito 1: Fosfito de Manganês, Fosfito 2: Fosfito de Potássio; e Fosfito 3: Fosfito de Cobre) e um ativador de plantas (acibenzolar-S-metil), além de uma testemunha. Após a colheita em ambos os experimentos, foram realizadas análises para a caracterização da lavoura e seus componentes de rendimento e analisada a qualidade fisiológica das sementes produzidas (altura de inserção da primeira e última vagem, número de vagens por planta e grãos por vagem, peso de mil sementes, produtividade, germinação, plântulas normais e anormais, emergência, índice de velocidade de emergência, comprimento de plântula e massa de matéria seca). Também, em ambos os experimentos fora realizada a avaliação de severidade de doenças, sendo escolhidas ao acaso quatro plantas da área útil de cada parcela. Em cada planta foram avaliados 09 folíolos escolhidos ao acaso e marcados, sendo três no terço inferior, médio e superior da planta. Para estimar esse parâmetro foram utilizadas escalas diagramáticas específicas para cada doença. Os valores de severidade média de cada parcela foram utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença. No primeiro experimento, avaliou-se a atividade das enzimas relacionadas à patogenicidade (PRPs), sendo elas: fenilalanina amônia-liase (FAL), quitinase e β -1,3 glucanase. Para tal, os materiais vegetais foram coletados em intervalos de 48, 96 e 168 horas após a aplicação dos tratamentos, marcando-se duas plantas por parcela, das quais foram coletadas três folhas do terço médio de

cada planta, logo, obtendo-se amostras para as análises. Após a tabulação e compilação, o conjunto de dados foram submetidos ao teste de normalidade de dados, por Lilliefors, e a homogeneidade da variância por Bartlett. Os dados relacionados Área Abaixo da Curva de Progresso do Míldio e da Ferrugem foram transformados por qui-quadrado (X^2+K) para posteriormente ser efetuada a análise de variância. Quando significativos foram comparados pelo teste de médias Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. O uso de fosfitos e ASM não promovem resultados superiores quando comparados a aplicação de fungicidas de forma isolada, o qual também não melhora a produtividade da cultura em função da ferrugem asiática e míldio. A aplicação de fungicidas, apenas, é suficiente para mitigar os efeitos de severidade de de ferrugem asiática e míldio. De maneira geral, os resultados demonstraram que fosfitos a base de Mn, K, Cu, e ASM quando associados com fungicidas possuem especificidade de ativação de enzimas das rotas metabólicas de indução de resistência na cultura da soja, não diferindo da utilização de fungicidas, apenas, com exceções pontuais.

Palavras-chave: *Glycine max*. Indutores. Análises Bioquímicas. Qualidade de Sementes. Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença.

ABSTRACT

GRIGOLO, Daniel Claudio. Strategies for the chemical management of asian rust and mildew in soybean and their effect in the performance and on resistance induction and grain yield. 60f. Dissertação (Master's Degree in Agroecosystems) – Post graduation Program in Agroecosystems (Concentration Area: Vegetal Production), Federal University of Technology - Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

Soybean cultivation is recognized for its importance in the supply of grains and derivatives for human consumption, animal, biofuel production, pharmaceuticals, among others. Positive results from studies of isolated resistance inducers in some cultures have led to further study. The work was conducted during two harvests (2015/2016, 2016/2017) at the Experimental Station of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. For both experiments, C2 soybean seeds of NIDERA NA 5909 RG were used. For the 2015/2016 harvest, the evaluations regarding seed quality were carried out, as well as the effect of the association of phosphites and acibenzolar-s-methyl with fungicides on induction of resistance and control of Asian rust and mildew. The experimental design was a randomized block design, consisting of twelve treatments and three replicates. The treatments corresponding to combinations of two commercial fungicides (Fungicide 1: Azoxystrobin + Benzovindiflupir, and Fungicide 2: Azoxystrobin + Cyproconazole) three phosphite (phosphite 1: Phosphite Manganese Phosphite 2: Phosphite potassium, and phosphite 3: Phosphite Copper and Boron) and a plant activator (acibenzolar-S-methyl-ASM), in addition to a control. For the 2016/2017 harvest, the evaluations were carried out regarding seed quality and control of Asian rust and mildew in soybean plants. The experimental design was a randomized block design (DBA), composed of ten treatments with four replicates. The treatments corresponding to combinations of two commercial fungicides (Fungicide 1: Azoxystrobin + Benzovindiflupir, and Fungicide 3: Picoxystrobin + Cyproconazole) three phosphite (phosphite 1: Phosphite Manganese Phosphite 2: Phosphite potassium, and phosphite 3: Phosphite Copper) and a plant activator (acibenzolar-S-methyl), in addition to a control. After harvesting in both experiments, analyzes were performed to characterize the crop and its yield components and analyzed the physiological seed quality (time of insertion of the first and last pod, number of pods per plant and seeds per pod, weight of seed, yield, germination, normal and abnormal seedlings, emergence, emergence speed index, seedling length and dry matter mass). Also, in both experiments the evaluation of disease severity was carried out, and four plants of the useful area of each plot were chosen at random. In each plant were evaluated 09 leaflets chosen at random and marked, being three in the lower, middle and upper third of the plant. To estimate this parameter, specific diagrammatic scales were used for each disease. The mean severity values of each plot were used to calculate the area below the disease progress curve. In the first experiment, the activity of the pathogenicity-related enzymes (PRPs) was evaluated, being: phenylalanine ammonia-lyase (FAL), chitinase and β -1,3 glucanase. For this, the plant materials were collected at intervals of 48, 96 and 168 hours after the application of the treatments, marking two plants per plot, from which three leaves of the middle third of each plant were collected, obtaining samples for analysis. After tabulation and compilation, the data set were subjected to the normality data test, by Lilliefors, and the homogeneity of variance by Bartlett. The data related to Area Below the Progress Curve of Mildew and Rust were transformed by chi-square ($X^2 + K$) for

later analysis of variance. When significant were compared by the Scott Knott averages test at the 5% level of error probability. The use of phosphites and ASM does not promote superior results when compared to the application of fungicides alone, which also does not improve crop productivity due to Asian rust and mildew. The application of the fungicides alone is sufficient to mitigate the effects of severity of Asian rust and mildew. Overall, the results showed that Mn base phosphites, K, Cu, and when ASM associated with fungicides have specificity activation of metabolic pathway enzymes of resistance induction in soybean cultivation, not differing from the use of fungicides, only, with occasional exceptions.

Keywords: *Glycine max*. Inductors. Biochemical Analyzes. Quality Seeds. Area Below Disease Progress Curve.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AACPD	Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença
AFA	Atividade de Fenilalanina Amônio-liase
AG	Atividade de β -1,3-Glucanase
AIPV	Altura de Inserção da Primeira Vagem
AIUV	Altura de Inserção da Última Vagem
ANOVA	Análise de Variância
AP	Atividade de Peroxidases
AQ	Atividade de Quitinase
AS	Ácido Salicílico
ASM	Acibenzolar-S-metil
BTH	Benzotiadizole
CP	Comprimento de Plântula
CV	Coeficiente de Variação
EDTA	Ácido Etilenodiamino Tetra-Acético
EMER	Emergência
FAL	Fenilalanina amônia-liase
G	Germinação
G	Gramas
GL	Graus de Liberdade
IVE	Índice de Velocidade de Emergência
MS	Massa Seca de Plântula
Nm	Nanômetro
GV	Grãos por Vagem
VP	Vagens por Planta
P	Fósforo
PMS	Peso de Mil Sementes
PROD	Produtividade
PRPs	Enzimas Relacionadas à Patogenicidade
PG	Porcentagem de Germinação
PA	Plântulas Anormais
PN	Plântulas Normais
QM	Quadrado Médio

RAS	Regras para Análise de Sementes
RSA	Resistência Sistêmica Adquirida
RSI	Resistência Sistêmica Induzida
TA	Teor de Água
Uabs	Unidade de Absorbância
EU	Unidade Enzimática

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
%	Porcentagem
°	Grau

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 SOJA	14
2.1.1 <i>A Cultura da Soja e sua Importância Econômica</i>	14
2.2 DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA	16
2.2.1 <i>Ferrugem Asiática</i>	17
2.2.2 <i>Míldio</i>	18
2.3 INDUTORES DE RESISTÊNCIA	18
2.3.1 <i>Acibenzolar-S-metil</i>	21
2.3.2 <i>Fungicidas</i>	22
2.3.2.1 <i>Azoxistrobina + Benzovindiflupir</i>	22
2.3.2.2 <i>Azoxistrobina + Ciproconazol</i>	23
2.3.2.3 <i>Picoxistrobina + Ciproconazol</i>	23
2.3.3 <i>Fosfito</i>	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 Estudo 1: Safra 2015/2016.....	26
3.2 Estudo 2: Safra 2016/2017.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Estudo 1: Safra 2015/2016.....	32
4.2 Estudo 2: Safra 2016/2017.....	45
5 CONCLUSÃO	50

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] tem importância indiscutível no setor agrícola mundial e o Brasil insere-se neste meio sendo um dos maiores produtores e exportadores do grão. A soja apresenta condições de expansão da produção possibilitando suprir o aumento da demanda mundial, contudo, desde que a qualidade dos grãos e a produtividade seja elevada, de modo que se consiga provocar o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira. Esse aumento, por sua vez, está associado aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo (FREITAS, 2011).

Dentro do agronegócio mundial, a produção da soja está entre as atividades que apresentaram maior crescimento nas últimas décadas, devido ao uso como fonte completa de proteína para a nutrição animal e humana, ao sólido mercado internacional e, geração e oferta de tecnologias que viabilizam o crescimento e exploração da cultura em muitas regiões do mundo (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2011; JAUREGUY et al., 2011).

Alguns aspectos são responsáveis por dificultar o aumento da produtividade da cultura, podendo ser destacada a ocorrência de pragas e doenças. Isso ocorre devido à expansão das áreas cultivadas, à pouca variabilidade genética e à prevalência do monocultivo, onde as doenças já existentes surgem com maior intensidade, sendo um dos mais relevantes fatores na perda de produtividade e na qualidade de sementes (CARVALHO, 2012).

Segundo Henning (2004), as doenças causadas por fungos são as de maior importância na cultura da soja, principalmente pelos prejuízos causados, tanto no rendimento de grãos quanto na qualidade das sementes produzidas. Além disso, segundo o autor, muitos destes microrganismos têm, na semente, o seu principal veículo de disseminação e de introdução em novas áreas de cultivo, onde, sob condições favoráveis de ambiente, podem causar danos à cultura.

O método mais utilizado para o controle de doenças fúngicas em lavouras de soja tem sido a aplicação de fungicidas. Quando as doenças já estão instaladas a

aplicação é via foliar; contudo, visando a prevenção da entrada das doenças na lavoura, pode-se optar pelo tratamento de sementes, sendo que o fungicida pode proporcionar proteção às sementes por um período de 4 a 12 dias (BAUDET; PESKE, 2007; JULIATTI, 2010).

Ainda, como estratégia de defesa aos fitopatógenos, a indução de resistência tem se destacado por sua eficiência relatada em diferentes culturas, esta que se caracteriza pela ativação dos mecanismos de defesa inerentes da planta. Esta por sua vez, após ser submetida ao tratamento com substância ou organismo indutor, é capaz de expressar respostas morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que limitam a atividade do patógeno em seus tecidos (RODRIGUES et al., 2012). Para tanto, a indução de resistência trata-se de técnica importante a ser estudada, objetivando dentre outros fatores, suprir a demanda agrícola da cultura em questão.

Estudos mais recentes evidenciam o potencial de indutores de resistência, despertando a investigação dos mesmos como possíveis alternativas em substituição ao tratamento de sementes convencional. Somado a isto, pesquisas têm demonstrado eficiência por parte de produtos de origem biótica e abiótica na indução de resistência em plantas à patógenos (RIBEIRO JÚNIOR et al., 2006; SANTOS, 2008; PASCHOLATI et al., 2014).

Como substâncias indutoras, os fosfitos, tem a propriedade de estimular a formação de fitoalexinas, protegendo a planta do ataque de fungos pela auto-defesa, bem como apresentam efeito fungicida, atuando diretamente sobre o fungo (MENEGETTI et al., 2010; SILVA et al., 2013). Os fosfitos podem ser aplicados isoladamente ou em associação com fungicidas, podendo auxiliar na redução da intensidade de doenças em plantas cultivadas (CARMONA; SAUTUA; 2011; DELIOPOULOS et al., 2010).

Os indutores de mecanismos de defesa de plantas, bióticos ou abióticos, podem representar um método alternativo e complementar de controle (CAMPOS et al., 2009; DALLAGNOL et al., 2006; SANTOS et al., 2011; TÖFOLI et al., 2012; RIBEIRO JÚNIOR et al., 2006). Além dos produtos a base de fosfitos, o Acibenzolar-S-metílico (ASM) é um composto sintético, análogo funcional do ácido salicílico, capaz de ativar a auto-defesa das plantas, tais como proteínas relacionadas à patogênese, β ,1-3 glucanase e quitinase (KESSMANN et al., 1995).

Diante do exposto, a realização de estudos inovadores que culminem num avanço científico e tecnológico, torna-se relevante, uma vez que existe demanda e disponibilidade de recursos e incentivos possibilitando o preenchimento dessa lacuna importante na produção agrícola. Dessa forma, este estudo teve por objetivo testar o potencial de diferentes fontes de fosfitos e acibenzolar-s-metil (ASM) em associação com fungicidas, sobre os atributos de rendimento e qualidade de sementes, controle de ferrugem asiática e míldio, bem como o efeito na indução de resistência na cultura da soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SOJA

2.1.1 A Cultura da Soja e sua Importância Econômica

Originária da costa leste da Ásia, a cultura da soja (*Glycine max* L.) faz parte da família Fabaceae, comumente denominada leguminosa, que ocupa grande parte das terras cultiváveis do mundo. As espécies pertencentes a essa família possuem grãos ricos em proteínas, podendo ser consumido pelos homens e pelos animais (CARVALHO, 2002).

A soja é uma planta anual, herbácea, ereta, com hastes e vagens pubescentes que podem ter até quatro grãos, estes que possuem formato arredondado e cor amarelada (SEDIYAMA, 2009).

O cultivo da soja no Brasil teve início em 1882, na Bahia. Já em 1900, o Instituto Agrônomo de Campinas distribuiu sementes de soja para produtores paulistas, promovendo os primeiros plantios no Estado. Neste período também se obtiveram registros do primeiro plantio no estado do Rio Grande do Sul, onde a cultura encontrou condições favoráveis para se desenvolver (GRIS, 2009).

As pesquisas relacionadas à cultura da soja foi a grande responsável pelo surgimento da agricultura comercial no Brasil, pela aceleração da mecanização das lavouras brasileiras, expansão da fronteira agrícola e incremento do comércio

internacional. Além disso, impulsionou a agroindústria nacional, patrocinando o deslanche da avicultura e da suinocultura brasileira (EMBRAPA, 2004).

Logo, observa-se um aumento na troca de cereais por carne bovina, suína e de frango que, por sua vez, resulta em maior demanda de soja, que compõe 70% da ração animal (VENCATO, 2010).

Além disso, é importante citar o crescente uso de biocombustíveis fabricados a partir do grão de soja, que foi resultado de um ascendente interesse mundial na produção e no consumo de energia renovável e limpa (FREITAS, 2011).

Grande parte da soja colhida no Brasil destina-se para a indústria, que transforma em derivados, como farelo e óleo. O farelo de soja ocupa o segundo lugar nos produtos mais utilizados na elaboração de rações. Em 2016, o Sindicato Nacional das Indústrias de Alimentação Animal (Sindirações) estimou que o consumo interno de farelo de soja ultrapassou 13 milhões de toneladas, enquanto as exportações ultrapassaram 12,5 milhões de toneladas (ABIOVE, 2016).

A expansão da cultura da soja no Brasil nas últimas décadas evidencia o progresso alcançado no agronegócio brasileiro. Nesse período ocorreram mudanças significativas na exploração da cultura, na qual as evoluções tecnológicas possibilitaram, entre outros avanços, o cultivo comercial da espécie em regiões de baixas latitudes (FREITAS, 2011).

A cultura representa um dos produtos mais fortes da economia brasileira, ocupa a 57% de área cultivada do país, com a aproximadamente 34 milhões de hectares com média de produção de 114 milhões de toneladas na safra 2016/2017 (CONAB, 2017). Neste período o Estado do Paraná é segundo maior produtor em nível nacional ultrapassando 19 milhões de toneladas de soja na safra 2016/17 (SEAB, 2017).

As perdas de produtividade pelo ataque de pragas de doenças tornam-se cada vez mais preocupantes no cenário mundial. A ferrugem asiática, por exemplo, presente no país desde 2001, pode promover uma perda de até 15 milhões de toneladas de soja. Em 2004, no ano de maior incidência da doença, as perdas chegaram a 4,6 milhões de toneladas, o que corroborou com maiores gastos de controle. Desta maneira, é importante mitigar as perdas, sendo de extrema

importância que novos produtos e tecnologias capazes de reduzir prejuízos estejam disponíveis e acessíveis aos produtores brasileiros (BARROS; MENEGATTI, 2012).

O crescimento da produção e o aumento da capacidade competitiva da soja brasileira sempre estiveram associados aos avanços científicos e à disponibilização de tecnologias ao setor produtivo. O rápido desenvolvimento do cultivo da soja no país, a partir dos anos 60, fez surgir um novo setor produtivo, altamente demandante por tecnologias que a pesquisa ainda não estava estruturada para oferecer na quantidade e qualidade desejadas. Assim, os poucos programas de pesquisa com soja existentes na região, foram fortalecidos e novos núcleos de pesquisa foram criados no Sul, Sudeste e Centro-Oeste (EMBRAPA, 2004).

2.2 DOENÇAS NA CULTURA DA SOJA

A cultura da soja passa constantemente por surtos de ataque de pragas e doenças, que podem ocorrer durante todo o seu ciclo. As doenças estão entre os principais fatores que comprometem o rendimento de uma cultura, visto que, vários são os agentes fitopatogênicos que as causam, os quais levam a perdas de produtividade e danos às plantas afetadas. Mais de 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foram identificadas no Brasil, número esse que vem aumentando com a expansão da soja para novas áreas e, como consequência, a monocultura (CARVALHO, 2012; YORINORI, 2003a).

Dos microrganismos patogênicos à soja cerca de 130 são conhecidos, porém, aproximadamente 40 podem provocar danos de importância econômica. Dos patógenos que são considerados importantes no Brasil, podem ser destacados vinte e cinco, sendo que há variação na severidade de cada doença dependendo da região e das condições climática. Estes patógenos podem ser responsáveis pela perda de produção entre 15% a 20%, sendo que no Brasil já se teve relatos de 100% de perda de produtividade (EMBRAPA, 2011).

Alguma das doenças causadas por bactérias são o crestamento causado por *Pseudomonas glycinea* (Coerper) Burkholder e a pústula bacteriana causada por *Xanthomonas phaseoli* (Smith). Já as doenças fúngicas como míldio é causado por

Peronospora manshurica (Naumov) Syd. e a ferrugem asiática causada por *Phakopsora pachyrhizi* Sidow, considerada a mais importante (SILVA, 2011).

Entre todos os gêneros de nematoides encontrados parasitando a cultura da soja, apenas quatro são considerados de maior importância, sendo os nematoides das lesões radiculares, *Pratylenchus brachyurus* (Godfrey); nematoide reniforme, *Rotylenchulus reniformis*; nematoide de cisto da soja, *Heterodera glycines* e nematoides de galhas, *Meloidogyne spp.* (SILVA, 2011).

Contudo, as doenças que apresentam maiores problemas fitossanitários na cultura da soja são a ferrugem asiática, crestamento foliar, mancha-alvo, mancha-parda, mofo branco, e oídio (HENNING et al., 2014), as quais serão abordadas em seguida.

2.2.1 Ferrugem Asiática

A ferrugem asiática teve rápida expansão na cultura da soja, causando grandes perdas na produtividade, chegando a 80% (YORINORI et al., 2003b; YORINORI, 2004).

O agente causal da ferrugem asiática da soja é o fungo *Phakopsora pachyrhizi*, o qual é favorecido na ocorrência de chuvas bem distribuídas, alta umidade relativa (75 a 80 %) e com temperaturas entre 18 °C a 28 °C (EMBRAPA, 2004; HENNING et al., 2014).

Inicialmente surgem pequenas lesões foliares, com coloração marrom, e com seu avanço as urédias (saliências que correspondem a estruturas de frutificação do fungo) se abrem lançando os uredósporos (espório produzido pela ferrugem) que se disseminam unicamente pelo vento (ALMEIDA et al., 2005; HENNING et al., 2014).

A presença da ferrugem causa o amarelecimento e queda precoce das folhas, impedindo a formação adequada dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a queda das folhas, menor será o tamanho dos grãos e, assim, maior a perda no rendimento, podendo chegar, em casos mais severos, a perda total do rendimento (EMBRAPA, 2004).

A principal medida de controle indicada é o uso de cultivares resistentes e a aplicação de fungicidas (MATSUO et al., 2014).

2.2.2 Míldio

O míldio causado pelo fungo *Perenospora manshurica* (Naumov) Syd., é considerado doença secundária na cultura da soja. Seu agente etiológico é um parasita obrigatório, pelo fato que necessita do seu hospedeiro para sobreviver, se mantendo na planta viva ou nas sementes (KOWATA et al., 2008).

Origina-se nas folhas unifolioladas podendo progredir para quase todas as folhas da planta. Seu sintoma é caracterizado pela presença de manchas verde-claras de 3-5 mm de diâmetro, evoluindo para manchas irregulares de tom amarelado na parte superior da folha, até a necrose. No verso da mancha amarelada aparecem estruturas de frutificação que apresentam aspecto cotonoso, de coloração levemente rosada a cinza (HENNING et al., 2014).

O patógeno é inoculado na cultura por sementes infectadas ou por ação do vento, que carrega os esporos. As condições climáticas para o desenvolvimento da doença são temperaturas entre 20 °C a 22 °C e umidade elevada (HENNING et al., 2014).

Por ser considerada uma doença secundária, não apresenta muitas medidas de controle, mas, como medida preventiva, o uso de sementes certificadas e cultivares resistentes é recomendado (REGGINATO, 2008).

A limitada disponibilidade de informações no que se refere aos prejuízos causados pela doença torna difícil a recomendação de controle que atenda aos produtores (REGGINATO, 2008).

2.3 INDUTORES DE RESISTÊNCIA

Divididos em pré-formados e pós-formados, o sistema das plantas envolve táticas de defesas estruturais e bioquímicas, sendo que as estruturais atuam como barreira física, enquanto as bioquímicas atuam criando situações que dificultam o

estabelecimento dos patógenos na planta, com a produção de substâncias tóxicas ao mesmo (MAZARO, 2007).

Antes mesmo do contato com os patógenos já existem fatores de resistência pré-formados ou naturais presentes nas plantas, esses fatores são as ceras, tricomas, cutículas e substâncias químicas como flavonoides, que são encontradas em altas concentrações antes da infecção (SCHWAN-ESTRADA et al., 2008).

A produção e/ou ativação dos pós-formados (inativos ou latentes) são pela detecção da presença de patógenos ou em resposta a agentes indutores. Esse sistema também está presente na formação de barreiras como halo, papila, lignificação de parede celular, camada de cortiça, glicoproteínas ricas em hidroxiprolina, que funcionam também na síntese de composto como barreiras bioquímicas, como espécies reativas de oxigênio, fitoalexinas e proteínas relacionadas à patogênese (AGRIOS, 2005; SCHWAN-ESTRADA et al., 2008).

A primeira descrição sobre indução de resistência foi por Beauverie e Ray (1901) onde obtiveram pelo uso de isolados atenuados de *Botrytis cinérea* em begônias e relacionaram a indução com as condições ambientais de cultivo. Todavia, a indução de resistência é caracterizada como um mecanismo de defesa induzida por agentes bióticos ou abióticos, o que promove proteção à planta de diversos microrganismos. A indução de resistência pode ser realizada através da aplicação de elicitores, e já foi comprovada e estudada em algumas culturas (DURRANT; DONG, 2004).

A resistência induzida promove a ativação de mecanismos de resistência das plantas em resposta ao tratamento prévio com agentes bióticos ou abióticos (CARVALHO, 2012). As barreiras de resistência podem ser estimuladas como a aplicação de indutores que interferem nos processos tanto fisiológicos quanto bioquímicos das diversas espécies de plantas, sendo capazes de ativar a resistência contra um amplo espectro de patógenos (GÖRLACH et al., 1996).

Alguns autores vêm estudando os mais diversos produtos como indutores de resistência. Podem ser citados os indutores comerciais Oryzemate®, Bion®, Messenger®, Oxycom™ e o Elexa® (LABANCA, 2002), e além destes citados, produtos das mais variadas origens, como o ácido salicílico (CAMPOS et al., 2009) e os fosfitos (TÖFOLI et al., 2012; RIBEIRO JÚNIOR et al., 2006).

A proteção obtida contra determinado patógeno pode ser local ou sistêmica e depende do intervalo de tempo entre o tratamento aplicado e a inoculação do patógeno. Essa proteção pode durar de poucos dias ou até todo o ciclo de vida da planta tornando-se um mecanismo de resistência natural da planta contra o hospedeiro (PASCHOLATI; LEITE, 1994).

A indução de resistência em plantas pode ser do tipo resistência sistêmica adquirida (RSA) ou resistência sistêmica induzida (RSI) (GLAZEBROOK, 2005), fenômenos diferentes, mas fenotipicamente semelhantes (STICHER et al., 1997).

A RSI é aquela que acontece quando plantas, após a exposição a agentes bióticos (microrganismos) ou abióticos (fatores químicos) possam serem induzidas à defesa, enquanto permanecem espacialmente separados do agente indutor (PIETERSE, 1999; STADINIK, 2000). Já a RSA é um mecanismo de defesa induzida por agentes bióticos ou abióticos ou infecção localizada por patógenos, que confere proteção à planta a um amplo espectro de microrganismos (DURRANT; DONG, 2004).

A RSA ocorre em resposta a lesões necróticas causadas por patógenos ou em função de aplicação exógena de ácido salicílico ou compostos sintéticos. Esse tipo de resistência é uma das principais ferramentas utilizadas pela planta para impedir ou retardar a entrada de patógenos no tecido vegetal, e está relacionada com a produção de proteínas patogênicas (proteínas-RPs) (VAN LOON et al., 1998).

Também é caracterizada pela ativação de genes relacionados à patogenicidade. Quando o microrganismo patogênico interage com a planta pode ocorrer o estabelecimento da compatibilidade, onde a planta é suscetível ao patógeno, ou a incompatibilidade, neste caso a planta apresenta resistência ao patógeno (HEIL; BOSTOCK, 2002). No momento em que ocorre uma interação incompatível acontece na planta uma série de respostas envolvendo liberação de sinais moleculares, iniciando o reconhecimento, transdução e tradução do sinal para a ativação de genes de defesa (BOSTOCK, 2005).

Diferente da RSA, a RSI é independente do ácido salicílico, e não está associada com a ativação dos mesmos genes da RSA, de modo que a RSI não produz proteínas patogênicas. A RSI requer para sua ativação, o aumento dos níveis de ácido jasmônico (AJ) e etileno (FEYS; PARKER, 2000; BOSTOCK, 2005).

Dentre as proteínas patogênicas produzidas na RSA, destacam-se a quitinase, β -1,3-glucanase, peroxidase e a fenilalanina amônia-liase (FAL). A quitinase hidrolisa a quitina, que é o principal componente celular de muitos fungos, já a β -1,3-glucanase hidrolisa polímeros de β -1,2-glucana. Estes compostos juntamente com a quitina, são os principais componentes que conferem resistência à parede celular dos fungos (CORNELISSEN; MELCHERS, 1993). Já a peroxidase promove a oxidação dos compostos fenólicos e aceleram a polimerização, originando substâncias similares à lignina, que se depositam na parede celular e interferem no desenvolvimento do patógeno (RODRIGUES et al., 2006). E por fim, a FAL, que promove o acúmulo de lignina e à síntese de isoflavonas e fitoalexinas (KOVACIK et al., 2007).

De modo geral os mecanismos de resistência podem ter acúmulo de fitoalexinas e de proteínas relacionadas à patogênese como β -1,3 glucanases, quitinases e peroxidases (SCHWAN-ESTRADA et al., 2008). E o uso destas substâncias associadas ao uso de fungicidas aumentam a eficiência do controle de doenças em culturas como soja e trigo (DALLAGNOL et al., 2006; SANTOS, 2008).

Em continuidade deste tópico, serão abordados os produtos que fora utilizado no desenvolvimento do trabalho como potenciais indutores de resistência.

2.3.1 Acibenzolar-S-metil

Ativador de plantas, composto por 500 g Kg⁻¹ de acibenzolar-S-metil (ASM) do grupo químico dos benzothiadiazoles (ADAPAR, 2015a). O elicitor ASM funciona como indutor de resistência abiótico de baixa toxicidade para organismos não-alvo, e apresenta resposta significativa na indução da RSA, através da ativação de genes de resistência (ATHAYDE SOBRINHO; FERREIRA; CAVALCANTI et al., 2006; GALDEANO, 2010).

O crescente número de estudos com indução de resistência em plantas está relacionado ao descobrimento de um análogo funcional do ASM, sendo este o primeiro representante dentro do denominado ativadores de plantas ou indutores de resistência (KNIGHT et al., 1997; DALLAGNOL et al., 2006).

O ácido salicílico age nas células da planta promovendo a produção de proteínas específicas relacionadas à patogênese, tais como β ,1-3 glucanase e quitinase, capazes de degradar a parede celular de fungos fitopatogênicos. Além disso, a relatos de que o ASM possa agir nos processos fisiológicos e bioquímicos das plantas como a síntese de proteínas, podendo ativar a resistência sistêmica aos agentes patogênicos (SOARES; MARINGONI; LIMA, 2004).

Existem trabalhos que comprovam a expressão de proteínas com aplicações de ASM. Em morangueiro, plantas pulverizadas com ASM, na concentração de 0,0025%, apresentaram redução na incidência de pseudofrutos com mofo cinzento por *Botrytis cinera* (MAZARO et al., 2008). A inclusão de ASM em um programa de controle químico em soja promoveu o aumento da eficiência dos fungicidas (DALLAGNOL et al., 2006; SANTOS et al., 2011).

Os produtos à base de ASM funcionam como indutores de resistência abióticos de baixa toxicidade para organismos não alvos. O ASM tem apresentado resposta significativa na indução da RSA, através da ativação de genes de resistência em plantas de tabaco, tomate, pepino, trigo e *Arabidopsis thaliana*, à diversos agentes patogênicos, como *Pseudomonas syringae* pv 'tomate', *Peronospora parasitica*, *Blumeria graminis* f. sp. *tritici* e *Tobacco mosaic virus* (FRIEDRICH et al., 1996; GÖRLACH et al., 1996; CAVALCANTI et al., 2006).

2.3.2 Fungicidas

2.3.2.1 Azoxistrobina + Benzovindiflupir

Fungicida de contato e sistêmico, composto de 300 g kg⁻¹ de Azoxistrobina (Grupo químico: estrobilurina) e 150 g kg⁻¹ Benzovindiflupir (Grupo químico: pirazol carboxamida), usado em pulverizações preventivas, para o controle de doenças da parte aérea das culturas do algodão, amendoim, cana-de-açúcar, feijão, milho e soja. É recomendado no controle de cretamento-foliar, ferrugem, mancha-alvo, mancha-parda, oídio e mela na cultura da soja (ADAPAR, 2015b).

Ainda não são encontrados estudos sobre o uso de Azoxistrobina e Benzovindiflupir associados a outros elementos com intuito de induzir a resistência

de plantas à patógenos.

2.3.2.2 Azoxistrobina + Ciproconazol

Fungicida sistêmico composto por 200 g L⁻¹ de Azoxistrobina (Grupo químico: estrobilurina) e, 80 g L⁻¹ de Ciproconazol (Grupo químico: triazol), usado em pulverizações preventivas, para o controle de doenças da parte aérea das culturas do algodão, arroz irrigado, aveia, café, cana-de-açúcar, cevada, eucalipto, girassol, milho, soja e trigo. É recomendado para o controle da ferrugem-asiática, cretamento-foliar, mancha-parda, oídio, mancha-alvo, mela e antracnose, que estão constantemente presentes na cultura da soja (ADAPAR, 2015c).

Poucos são os estudos desenvolvidos com o uso de Azoxistrobina + Ciproconazol associado a outros elementos, dentre estes, Barros (2011), avaliando a aplicação de ASM isolado e em associação com Azoxistrobina + Ciproconazol, não detectou benefícios da utilização do ASM, tanto isoladamente quanto em mistura com fungicidas, para o controle da ferrugem asiática em soja e da cercosporiose do milho, tendo havido controle apenas quando da utilização de fungicida químico independentemente da adição do ASM.

2.3.2.3 Picoxistrobina + Ciproconazol

Fungicida sistêmico composto por 200 g L⁻¹ de Picoxistrobina (Grupo químico: estrobilurina) e, 80 g L⁻¹ de Ciproconazol (Grupo químico: triazol), é utilizado no controle de doenças da parte aérea da cultura da soja, trigo, milho, arroz, café, cana-de-açúcar e algodão. Na cultura da soja age principalmente sobre a ferrugem asiática, cretamento-foliar, mancha-parda e oídio (ADAPAR, 2016).

Em trabalhos realizados, a utilização deste fungicida foi eficiente na redução da severidade e na porcentagem de pústulas de ferrugem da soja e, o aumento da produtividade da cultura (TANIMOTO et al., 2010a; TANIMOTO et al., 2010b).

2.3.3 Fosfito

Os fosfitos (H_2PO_3^- e HPO_3^{2-}) são oriundos de sais de metais alcalinos gerados a partir do ácido fosforoso (H_3PO_3). É comercializado como fungicida bioestimulador ou como fonte de fósforo (P) para as plantas. Existem várias formulações do produto em associação com outros nutrientes como potássio, cálcio, boro e zinco (LOVATT; MIKKELSEN, 2006).

Entre as principais vantagens da utilização de fosfito na agricultura, merecem destaque o baixo custo, a prevenção e o controle das doenças produzidas ativando o mecanismo de defesa das plantas ou levando a produção de fitoalexinas, melhoria no estado nutricional das plantas. Outros efeitos incluem o equilíbrio nutricional das plantas, amadurecimento mais uniforme, o prolongamento do tempo de conservação e qualidade superior dos frutos na pós-colheita (NOJOSA et al., 2005; KING et al., 2010).

Os fosfitos são comercializados há bastante tempo, na forma de etil fosfonato (Fosetyl-Al) e como sal de potássio, e são indicados na prevenção de diversas espécies de fungos. Fertilizantes à base de fósforo e silício estão entre os produtos citados na literatura como indutores de resistência (DATNOFF et al., 2001). Fosfitos foram testados para controle do míldio da videira e também nas podridões pós-colheita em maçãs (BRACKMANN et al., 2004). Segundo o autor, frutos de maçã tratados com fosfito de potássio + CaCl_2 (2%) apresentaram menor incidência de podridões e menor diâmetro de lesões.

A aplicação de fosfito de Potássio (K) na soja reduziram significativamente a ferrugem (SILVA et al., 2013; NEVES; BLUM, 2014) e, também, o míldio (*Peronospora manshurica*) (SILVA et al, 2013). Há muitas discussões à cerca do modo de ação dos fosfitos seja direta ou indiretamente no controle de doenças. Conforme os autores, mesmo após inibição direta do fosfito, podem ser eliminados metabólitos que ainda assim induzem a defesa em plantas.

2.4 QUALIDADE DE SEMENTES

A qualidade de uma semente pode ser avaliada por meio de diversas variáveis, e entre as mais importantes estão a viabilidade e o vigor (HENNING et al., 2010). Conforme o mesmo autor, sementes de soja de alto vigor possuem maiores teores de proteínas solúveis, amido e açúcares solúveis, e maior capacidade de mobilização de reservas na germinação, resultando em plântulas de soja com melhor desempenho inicial.

Existem vários fatores que prejudicam a produção, dentre os quais está o estabelecimento inadequado do estande das plantas. Desse modo, a utilização de sementes de alta qualidade é uma ferramenta importante, assegurando adequada população de plantas frente à variação de condições ambientais de campo encontradas durante a emergência, contribuindo para a produtividade (SCHEEREN et al., 2010).

A deterioração das sementes é um complexo de mudanças que ocorrem com o passar do tempo, causando prejuízos aos sistemas e funções vitais, resultando na diminuição no grau de capacidade e desempenho da semente. Assim, a qualidade das sementes tem sido objeto de pesquisas por estar sujeita às mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física após a maturação (DELOUCHE, 2002).

Em estudo realizado por Panozzo et al. (2009), acerca da influência da qualidade fisiológica das sementes de soja sobre o comportamento de plantas confirmou-se que a qualidade fisiológica das sementes afeta o comportamento das plantas adultas. Características como a estatura e os componentes do rendimento foram afetados. Plantas provenientes de sementes de alto vigor apresentam superioridade no rendimento de grãos em torno de 17% quando comparadas às originadas de sementes de baixo vigor.

A implantação de uma lavoura dentro das melhores condições é primordial para que se atinja o máximo de produtividade da cultura. Desta forma, a utilização de lotes de sementes que apresentem bom desempenho em campo tem sido o objetivo tanto de empresas produtoras de sementes, dos agricultores e, também, da pesquisa (KRZYZANOWSKI et al., 1999).

Desse modo, a análise de sementes tem como objetivo mostrar a qualidade das sementes de um determinado lote, podendo ser por meio de parâmetros, físicos, fisiológicos e sanitários (LOPES; NASCIMENTO, 2009), sendo estes utilizados no presente estudo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante duas safras (2015/2016; 2016/2017) na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. Para ambos experimentos foram utilizadas sementes de soja C2 do cultivar NIDERA NA 5909 RG produzidas em Xanxerê-SC. A implantação dos ensaios foi realizada em sistema de plantio direto sobre a palha, onde distribuiu-se 14 sementes por metro linear, com 4 a 5 cm de profundidade, com o auxílio de semeadora adubadora tratorizada, marca Semeato modelo SHM 11/13. A adubação de base seguiu as recomendações da análise de solo para a cultura, sendo aplicado 350 kg ha⁻¹ de fertilizante NPK 02-24-18.

3.1 Estudo 1: Safra 2015/2016

Para a safra 2015/2016 de soja (*Glicine max*), foram realizadas as avaliações referentes a qualidade de sementes, bem como o efeito da associação de produtos a base de fosfitos e acibenzolar-s-metil à fungicidas na indução de resistência e no controle de ferrugem asiática e míldio.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, composto por doze tratamentos e três repetições, totalizando 36 unidades experimentais (UE), constituídas de cinco linhas espaçadas em 0,45 m (2,25 m de largura) e 5,00 m de comprimento, perfazendo uma área total de 11,25 m². A área útil da UE foi considerada descartando-se uma linha de cada extremidade e 0,50 m de cada linha para fins de avaliação, totalizando 5,40 m².

Os tratamentos foram correspondentes às combinações de dois fungicidas comerciais (Fungicida 1: Azoxistrobina + Benzovindiflupir; e Fungicida 2: Azoxistrobina + Ciproconazol), três produtos a base de fosfitos (Fosfito 1: Fosfito de

Manganês, Fosfito 2: Fosfito de Potássio; e Fosfito 3: Fosfito de Cobre) e um ativador de plantas (acibenzolar-S-metil - ASM), além de uma testemunha sem qualquer tipo de tratamento para controle de doenças (Tabela 1).

Tabela 1. Produtos e doses utilizadas como tratamentos na cultura da soja na safra de 2015/2016.

Trat	Produto	Dose (L ha ⁻¹)
1	Controle	-
2	Glifosato / Fungicida 2 + Adjuvante / Fungicida 1 + Adjuvante / Fungicida 2 + Adjuvante	2/0,3+0,6/0,2+0,6/0,3 +0,6
3	Glifosato + Fosfito 1 / Fungicida 2 + Adjuvante / Fungicida 1 + Adjuvante / Fungicida 2 + Adjuvante	2+0,5/0,3+0,6/0,2+0,6/0,3+0,6
4	Glifosato / Fosfito 3 / Fosfito 3 / Fosfito 3	2/0,4/0,4/0,4
5	Glifosato / Fosfito 2 / Fosfito 2 / Fosfito 2	2/0,4/0,4/0,4
6	Glifosato / Fungicida 2 + Adjuvante + Fosfito 3 / Fungicida 1 + Adjuvante / Fungicida 2 + Adjuvante	2/0,3+0,6+0,4/0,2+0,6/0,3+0,6
7	Glifosato / Fungicida 2 + Adjuvante + Fosfito 3 / Fungicida 1 + Adjuvante + Fosfito 3 / Fungicida 2 + Adjuvante	2/0,3+0,6+0,4/0,2+0,6+0,4/0,3+0,6
8	Glifosato / Fungicida 2 + Adjuvante + Fosfito 2 / Fungicida 1 + Adjuvante / Fungicida 2 + Adjuvante	2/0,3+0,6+0,4/0,2+0,6/0,3+0,6
9	Glifosato / Fungicida 2 + Adjuvante + Fosfito 2 / Fungicida 1 + Adjuvante + Fosfito 2 / Fungicida 2 + Adjuvante	2/0,3+0,6+0,4/0,2+0,6+0,4/0,3+0,6
10	Glifosato + Fosfito 1 / Fungicida 2 + Adjuvante + Fosfito 3 / Fungicida 1 + Adjuvante + Fosfito 2 / Fungicida 2 + Adjuvante	2/0,5/0,3+0,6+0,4/0,2+0,6+0,4/0,3+0,6
11	Glifosato / Acibenzolar-S-metil / Acibenzolar-S-metil / Acibenzolar-S-metil	2/0,05/0,05/0,05
12	Glifosato / Fungicida 2 + Adjuvante + Acibenzolar-S-metil / Fungicida 1 + Adjuvante + Acibenzolar-S-metil / Fungicida 2 + Adjuvante	2+0,5/0,3+0,6+0,05/0,2+0,6+0,05/0,3+0,6

Os tratamentos foram aplicados com o auxílio de pulverizador costal propelido por CO₂ comprimido, com pressão de serviço de 30 lbf pol⁻², e vazão equivalente a 200 L ha⁻¹, nos estádios V4 (quarto nó; terceira folha trifoliada completamente desenvolvida), R1 (início da floração: até 50% das plantas com flor), R4 (maioria das vagens no terço superior com 2-4 cm), e R5.5 (maioria das vagens entre 75% e 100% de granação) (RITCHIE et al., 1982). Para o tratamento correspondente ao controle (T1), a aplicação foi realizada apenas no estágio V4.

Para a caracterização morfológica foram avaliadas as variáveis altura de inserção da primeira (AIP) e última vagem (AIU), número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por vagem (NGV). A AIP e a AIU foram obtidas através da média de dez plantas por parcela, a qual foi medida do nível do solo até a inserção

da primeira ou última vagem que possua grãos formados. O NVP e o NGV foram obtidos através da média de dez plantas colhidas aleatoriamente de cada parcela amostral para cada tratamento.

Também foi realizada a avaliação de severidade de doenças para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Para tal foram escolhidas ao acaso e marcadas quatro plantas da área útil da parcela. Em cada planta foram avaliados 09 folíolos escolhidos ao acaso e marcados, sendo três no terço inferior, médio e superior da planta. Para estimar esse parâmetro foram utilizadas escalas diagramáticas específicas para cada doença, dessa forma, para míldio foi utilizada a escala desenvolvida por Kowata et al. (2008) e para a ferrugem asiática a escala desenvolvida por Godoy et al. (2006). Foram realizadas cinco avaliações de severidade, com intervalo de sete dias. Os valores de severidade média de cada parcela foram utilizados para o cálculo da AACPD, utilizando a equação: $AACPD = \sum[(Y_i + Y_{i+1}) \cdot 2^{-1} \cdot (T_{i+1} - T_i)]$, onde AACPD = área abaixo da curva de progresso da doença; Y_i = Severidade na época da avaliação i e T_i = tempo da avaliação i (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

Em relação a indução de resistência, foram realizadas as análises de quantificação de fenilalanina-amônia-liase (FAL), atividade de quitinases (AQ) e atividade de β -1,3-glucanase (AG), por meio de folhas. Para as análises os materiais vegetais foram coletados em intervalos de 48, 96 e 168 horas após a aplicação dos tratamentos. Para tal, foram marcadas duas plantas por parcela, sendo destas coletadas três folhas do terço médio superior de cada planta, logo, o material foi pesado obtendo-se amostras de 0,6 - 0,8 g para cada análise. As amostras foram acondicionadas em papel alumínio, e armazenadas em freezer até o momento das avaliações.

Para obtenção do extrato enzimático as amostras foram maceradas em almofariz contendo 0,5g de pérola de vidro, 0,3g de Dowex 1-X8, e 0,3g de Polivinilpolipirrolidona, e tampão Borato de Sódio pH 8,8. Logo, os extratos foram centrifugados a 20.000nrpm a 4 °C por 30 minutos, sendo retirado em torno de 3 mL de sobrenadante, reservando em congelador para a posterior quantificação.

A determinação da atividade enzimática de FAL foi realizada conforme metodologia padronizada por Kuhn (2007), por meio da quantificação colorimétrica

do ácido trans-cinâmico liberado do substrato fenilalanina. A leitura foi realizada com espectrofotômetro de luz no comprimento de 290 nm (RODRIGUES et al., 2006).

Para a obtenção da AQ e AG, seguiram-se os procedimentos descritos por Wirth e Wolf (1990), sendo que a leitura da absorvância foi realizada em espectrofotômetro a 550 e 600 nm, respectivamente.

A colheita ocorreu no estádio R7.3 (mais de 76% de folhas e vagens amarelas) (RITCHIE et al., 1982), sendo realizada de forma manual. Para a trilha, foi utilizada trilhadora de parcelas motorizada, com função de trilhagem e limpeza. Logo após, as sementes colhidas foram beneficiadas em uma máquina de ar e peneiras, para a limpeza e retirada de material inerte.

Após o beneficiamento, as sementes foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Sementes e armazenadas em câmara fria a 10 °C e UR de 30 % para posteriores avaliações dos atributos de rendimento e qualidade das sementes. As variáveis analisadas foram: Peso de mil sementes (PMS) (BRASIL, 2009); Produtividade (PROD); Germinação (G) - plântulas normais e anormais (PN; PA) (BRASIL, 2009); Emergência (EMER) (NAKAGAWA, 1994; BRASIL, 2009); Índice de velocidade de emergência (IVE) (POPINIGS, 1985); Comprimento de plântula (CPA) (NAKAGAWA (1999) adaptado de AOSA (1983)) e; Massa de matéria seca (MS) (NAKAGAWA, 1999).

Após a tabulação e compilação, o conjunto de dados foram submetidos ao teste de normalidade de dados, por Lilliefors, e a homogeneidade da variância por Bartlett, para posteriormente ser efetuada a análise de variância (ANOVA), para as variáveis AACPM e AACPF houve a necessidade de transformação dos dados por qui-quadrado (X^2+K). Quando significativos na análise de variância os dados foram comparados pelo teste de médias Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009).

3.2 Estudo 2: Safra 2016/2017

Para a safra 2016/2017, foram realizadas as avaliações referente a qualidade de sementes e controle de ferrugem asiática e míldio em plantas de soja.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBA), composto por dez tratamentos com quatro repetições, totalizando 40 UE, que se constituíram de cinco linhas espaçadas em 0,45 m (2,25 m de largura) e 5,00 m de comprimento, perfazendo uma área total de 11,25 m². A área útil da UE foi considerada descartando-se uma linha de cada extremidade e 0,50 m de cada linha para fins de avaliação, totalizando 5,40 m².

Os tratamentos foram correspondentes às combinações de dois fungicidas comerciais (Fungicida 1: Azoxistrobina + Benzovindiflupir; e Fungicida 3: Picoxistrobina + Ciproconazol), três fosfitos (Fosfito 1: Fosfito de Manganês, Fosfito 2: Fosfito de Potássio; e Fosfito 3: Fosfito de Cobre e Boro) e um ativador de plantas (acibenzolar-S-metil), além de uma testemunha sem qualquer tipo de tratamento para controle de doenças (Tabela 2).

Tabela 2. Produtos e doses utilizadas como tratamentos na cultura da soja na safra de 2016/2017.

Trat	Produto	Dose (L ha ⁻¹)
1	Controle	2
2	Glifosato / Fungicida 3 + Adjuvante / Fungicida 1 + Adjuvante / Fungicida 3 + Adjuvante	2/0,3+0,6/0,2+0,6/0,3+0,6
3	Glifosato + Fosfito 1 / Fungicida 3 + Adjuvante / Fungicida 1 + Adjuvante / Fungicida 3 + Adjuvante	2+0,3/0,3+0,6/0,2+0,6/0,3+0,6
4	Glifosato / Fosfito 3 / Fosfito 3 / Fosfito 3	2/0,3/0,3/0,3
5	Glifosato / Fungicida 3 + Fosfito 3 / Fungicida 1 + Adjuvante / Fungicida 3 + Adjuvante	2/0,3+0,3/0,2+0,6/0,3+0,6
6	Glifosato / Fungicida 3 + Fosfito 3 / Fungicida 1 + Fosfito 3 / Fungicida 3 + Adjuvante	2/0,3+0,3/0,2+0,3/0,3+0,6
7	Glifosato + Fosfito 1 / Fungicida 3 + Fosfito 3 / Fungicida 1 + Fosfito 2 / Fungicida 3 + Adjuvante	2+0,3/0,3+0,3/0,2+0,4/0,3+0,6
8	Glifosato / Fungicida 3 + Adjuvante + Fosfito 2 / Fungicida 1 + Adjuvante / Fungicida 3 + Adjuvante	2/0,3+0,6+0,3/0,2+0,6/0,3+0,6
9	Glifosato / Fungicida 3 + Adjuvante + Fosfito 2 / Fungicida 1 + Adjuvante + Fosfito 2 / Fungicida 3 + Adjuvante	2/0,3+0,6+0,3/0,2+0,6+0,4/0,3+0,6
10	Glifosato / Fungicida 3 + Adjuvante + Acibenzolar-S-metil / Fungicida 1 + Adjuvante + Acibenzolar-S-metil / Fungicida 3 + Adjuvante	2/0,3+0,6+0,05/0,2+0,6+0,05/0,3+0,6

Os tratamentos foram aplicados, nos estádios de desenvolvimento da soja V4, R1, R4 e R5.5 (RITCHIE et al., 1982). Para o tratamento correspondente ao controle (T1), a aplicação foi realizada apenas no estádio V4. A aplicação foi realizada com o auxílio de pulverizador costal propelido por CO₂ comprimido, pressão de serviço de 30 lbf pol⁻², e vazão equivalente a 200 L ha⁻¹.

As variáveis que correspondem a caracterização morfológica da cultura avaliadas foram com base na altura de inserção da primeira (AIP) e última vagem (AIU), número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por vagem (NGV). A AIP e a AIU foram obtidas através da média de dez plantas por parcela, a qual foi medida do nível do solo até a inserção da primeira ou última vagem que possua grãos formados, bem como o NVP e o NGV foram obtidos através da média de dez plantas colhidas aleatoriamente de cada parcela amostral para cada tratamento.

Para a avaliação de severidade de doenças foram escolhidas ao acaso e marcadas quatro plantas da área útil da parcela. Em cada planta foram avaliados 09 folíolos escolhidos ao acaso e marcados, sendo três no terço inferior, médio e superior da planta. Para estimar esse parâmetro foram utilizadas escalas diagramáticas específicas para cada doença, dessa forma, para míldio foi utilizada a escala desenvolvida por Kowata et al. (2008) e para a ferrugem asiática a escala desenvolvida por Godoy et al. (2006). Foram realizadas cinco avaliações de severidade para ferrugem asiática e três para míldio, com intervalo de sete dias e 14 dias respectivamente, a partir do estágio V4.

Os valores de severidade média de cada parcela foram utilizados para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), utilizando a equação: $AACPD = \sum[(Y_i + Y_{i+1}) \cdot 2^{-1} \cdot (T_{i+1} - T_i)]$, onde AACPD = área abaixo da curva de progresso da doença; Y_i = Severidade na época da avaliação i e T_i = tempo da avaliação i (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

A colheita ocorreu no estágio R7.3 (RITCHIE et al., 1982), sendo realizada de forma manual e realizada a trilhagem e limpeza em trilhadora de parcelas motorizada, após seguiu o beneficiamento em máquina de ar e peneiras, para a limpeza e retirada de material inerte, sendo as sementes encaminhadas ao Laboratório de Análise de Sementes e armazenadas em câmara fria a 10 °C e UR de 30 % para posteriores avaliações.

As variáveis ligadas aos atributos de rendimento e qualidade das sementes analisadas foram: Peso de mil sementes (PMS) (BRASIL, 2009); Produtividade (PROD); Germinação (G) - plântulas normais e anormais (PN; PA) (BRASIL, 2009); Emergência (EMER) (NAKAGAWA, 1994; BRASIL, 2009); Índice de velocidade de emergência (IVE) (POPINIGS, 1985); Comprimento de plântula (CPA) (NAKAGAWA

(1999) adaptado de AOSA (1983)) e; Massa de matéria seca (MS) (NAKAGAWA, 1999).

Após a compilação dos dados, para todas as variáveis analisadas, foi aplicado o teste de normalidade dos dados pelo Teste de Lilliefors e homogeneidade de Bartlett e quando aplicável, as médias observadas foram transformadas. Atendidas às pressuposições do modelo estatístico, foi testado o nível de significância dos tratamentos pelo teste F ao nível de 5 % de probabilidade do erro. Quando significativos, os tratamentos foram analisados pelo teste de médias Scott-Knott. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009).

Após a tabulação e compilação, o conjunto de dados foram submetidos ao teste de normalidade de dados, por Lilliefors, e a homogeneidade da variância por Bartlett. Os dados relacionados Área Abaixo da Curva de Progresso do Míldio e da Ferrugem foram transformados por qui-quadrado (X^2+K) para posteriormente ser efetuada a análise de variância (ANOVA). Quando significativos foram comparados pelo teste de médias Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico Assistat (SILVA; AZEVEDO, 2009).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estudo 1: Safra 2015/2016

De acordo com a análise da variância (Tabela 3) para o primeiro ano de avaliação, os tratamentos foram significativos sobre as variáveis PMS, PROD, PN (germinação), CPA, CR, MS, EMER, IVE e AACPD para míldio e ferrugem asiática, rejeitando-se a hipótese de nulidade para estas.

Tabela 3. ANOVA: Coeficiente de variação (CV) e quadrados médios (QM) da análise de variância para as variáveis PMS - Peso de mil sementes; PROD - Produtividade; PN - Plântulas normais; PA - Plântulas anormais; CP - Comprimento de plântula; MS - Massa seca de plântula; EMER - Emergência; IVE - Índice de velocidade de emergência; VP - Vagens por planta; GV - Grãos por vagem; AIPV - Altura de inserção primeira vagem; AIUV - Altura de inserção última vagem; AACPD - Área abaixo da curva de progresso da doença (ferrugem asiática (F) e míldio (M)) em experimento conduzido nos anos de 2015/2016.

Causa de variação	QM						
	PMS	PROD	PN	PA	CP	MS	EMER
Blocos	196,19 ^{ns}	579126,00*	420,42 ^{ns}	36,19*	3,26 ^{ns}	0,00 ^{ns}	397,75 ^{ns}
Trat.	348,56*	449980,50*	1464,92*	8,29 ^{ns}	29,82*	0,00*	1992,36*
Erro	91,64	63738,18	387,98	10,25	6,50	0,00	621,75
Média	161,44	3701,30	56,38	14,48	20,40	0,03	41,00
CV (%)	5,93	6,82	14,95	22,11	12,50	15,18	20,33

Causa de variação	QM						
	IVE	VP	GV	AIPV	AIUV	AACPD (F)	ACCPD (M)
Blocos	3,96 ^{ns}	14,73 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1,02 ^{ns}	9,36 ^{ns}	4027,85 ^{ns}	199,24 ^{ns}
Trat.	23,46*	57,83 ^{ns}	0,03 ^{ns}	6,41 ^{ns}	17,48 ^{ns}	1266432,25*	5008,12*
Erro	6,22	36,75	0,07	0,45	15,99	24474,58	61,0933
Média	6,72	39	2,30	17,61	100,47	785,38	54,12
CV (%)	17,07	15,59	11,52	3,82	3,98	19,92	14,44

*Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

Para as variáveis em que os tratamentos não foram significativos, a média observada foi de 14,48% de plântulas anormais; 39 vagens por planta; 2,30 grãos por vagem; 17,61 cm de altura de inserção da primeira vagem e 100,47 cm de altura de inserção da última vagem.

Algumas culturas quando submetidas a tratamento com substâncias químicas expressam mudanças morfológicas que podem ser ou não significativas para a seleção de genes no melhoramento de plantas. Porém, no presente estudo este efeito não foi observado com a utilização dos fosfitos (K, Cu e Mn), fungicidas e do indutor de resistência a base de ASM, sobre as características morfológicas da cultura (VP, GV, AIPV, AIUV), resultado esse, o qual é análogo ao observado por Passos et al. (2014) em estudo desenvolvido avaliando-se a aplicação de fosfito comercial na cultura da soja.

Segundo Moura (2013), a aplicação destes produtos resulta em efeitos diversos no metabolismo vegetal, o que depende principalmente da espécie, ciclo da planta e dose aplicada, podendo também ser afetados pelas condições ambientais. A aplicação de triazóis está comumente ligada à redução da altura e diâmetro do

caule, proporcionando redução da transpiração e aumento na produção de cera cuticular, prevenindo o murchamento foliar e a senescência, o que possibilita maiores produtividades em algumas culturas (IZUMI et al., 1984; SAISHOJI et al., 1998).

Diante do exposto, será explorado a seguir o efeito destes em combinação ou não com outros elementos químicos, sobre os componentes de rendimento da cultura.

O PMS e a PROD da cultura da soja foram influenciados significativamente pelos tratamentos aplicados. No experimento desenvolvido entre 2015/2016, os tratamentos T1 (controle), T4 (Fosfito Cu), T5 (Fosfito K) e T11 (ASM) apresentaram menores médias de PMS e PROD, diferenciando-se dos demais tratamentos (Tabela 4).

Estes tratamentos se assemelham pelo fato de não serem aplicados em associação aos fungicidas e, em ambos com exceção do tratamento controle, houve aplicação do mesmo produto em todas as épocas (R1, R4 e R5.5). Podendo assim, ter ocorrido efeito fitotóxico como citado por Peruch e Bruna (2008) e Berton (2006).

Maior produtividade foi observada com a aplicação dos demais tratamentos, os quais foram compostos por fungicidas associados ou não a fosfitos. Tal evento pode ser atribuído ao possível controle sobre as doenças presentes na cultura pelos fungicidas associados ou não aos fosfitos e ASM em relação ao uso isolado dos mesmos (fosfitos e ASM), o que explica também o desempenho superior destes tratamentos em relação à produtividade.

Tabela 4. Comparação de médias pelo teste de Scott-Knott para as variáveis PMS - Peso de mil sementes; PROD – Produtividade; PN - Plântulas normais; CP - Comprimento de plântula; MS - Massa seca de plântula; EMER - Emergência; IVE - Índice de velocidade de emergência; AACPD - Área abaixo da curva de progresso da doença (ferrugem asiática (F) e míldio (M)) em experimento conduzido nos anos de 2015/2016.

Trat.	PMS (g)	PROD (kg ha ⁻¹)	PN (%)	CP (cm)	MS (g)	EMER (%)	IVE	AACPD - F	AACPD - M
1	153,33b	3268b	30b	17,52b	0,01967c	18c	4,28c	1530,85a	153,97a
2	165,66a	3888a	71a	22,71a	0,03700a	40b	6,89b	416,58b	47,64c
3	175,33a	3842a	64a	23,17a	0,03987a	55b	8,51b	297,40b	35,23c
4	148,00b	3168b	25b	16,63b	0,03030b	12c	3,19c	1365,11a	88,38b
5	142,00b	3116b	26b	19,20b	0,02757b	8c	3,06c	1487,48a	80,71b
6	165,00a	3956a	40b	21,30a	0,03097b	23c	4,84c	421,85b	41,60c
7	169,33a	3780a	61a	17,44b	0,03003b	51b	7,97b	356,41b	19,97d
8	167,66a	3693a	49b	15,25b	0,01350c	41b	7,07b	273,16b	48,41c
9	168,00a	4118a	79a	22,28a	0,03830a	71a	9,75a	366,22b	21,42d
10	176,33a	4231a	82a	22,52a	0,03220b	82a	10,09a	305,85b	14,04d
11	152,66b	3318b	62a	25,68a	0,03460a	20c	4,07c	1348,51a	80,92b
12	167,00a	4032a	87a	21,10a	0,03613a	75a	10,99a	343,60b	17,19d

*Dados não seguidos por mesma letra, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Mesmo fungicidas triazóis comumente utilizados na agricultura podem estimular efeito bioestimulante, como o relatado por Rodrigues et al. (1998), que verificaram ganhos de produtividade na cultura da soja, independentemente do controle de doenças, com o uso de fungicidas do grupo triazol.

Para a variável PN (germinação) os tratamentos T2 (padrão fungicida), T3 (Fosfito Mn + fungicidas), T7 (2 x Fosfito Cu + fungicidas), T9 (2 x Fosfito K + fungicidas), T10 (Fosfito Mn + Fosfito Cu + Fosfito K + fungicidas), T11 (ASM) e T12 (ASM + fungicidas), apresentaram as maiores médias (82%) diferindo-se estatisticamente dos demais. Contudo, levando-se em conta que o padrão mínimo de germinação (PN) para comercialização de sementes de soja é 80%, é possível distinguir apenas T10 e T12 que apresentam qualidade fisiológica satisfatória (Tabela 4).

O excesso de umidade na fase final da maturação fisiológica das sementes de soja pode afetar negativamente a sua qualidade, aumentando ao índice de ardidos pela infecção de fungos, afeta também a densidade das sementes e prejudica a qualidade do óleo e proteína e por fim, afeta todos os componentes responsáveis pela qualidade das sementes (SILVA, 2013). Durante o

desenvolvimento da cultura, e nos estádios de enchimento de grãos da safra 2015/2016 ocorreram chuvas sucessivas ocasionando atraso no processo de colheita, com isso sucessivas hidratações e desidratações aconteceram e ocasionaram a deterioração das sementes ainda em campo.

Os dados da estação meteorológica do INMET (2017) de Dois Vizinhos, PR, comprovam que no mês de fevereiro, em que ocorreu a colheita, a precipitação média foi de 191,2 mm (Tabela 5), a qual ocorrera em 24 dias do mês, ocasionando molhamento contínuo na cultura e impossibilitando a colheita. Na safra 2, no ano de 2017 vemos que em fevereiro choveu apenas 20,6 mm.

Tabela 5. Precipitação média no município de Dois Vizinhos, PR, nos anos de 2015 e 2016.

Período	Precipitação (mm)	
	2015	
Outubro	145	
Novembro	233	
Dezembro	396,6	
	2016	
Janeiro	195,2	
Fevereiro	191,2	
Março	165	
Outubro	185	
Novembro	163,6	
Dezembro	139	
	2017	
Janeiro	131	
Fevereiro	20,6	
Março	0	

Sobre a variável CP, os resultados se assemelham aos obtidos para as variáveis PN e MS, sendo que os tratamentos T2 (padrão fungicida), T3 (Fosfito Mn + fungicidas), T6 (1 x Fosfito Cu + fungicidas), T9 (2 x Fosfito K + fungicidas), T10 (Fosfito Mn + Fosfito Cu + Fosfito K + fungicidas), T11 (ASM) e T12 (ASM + fungicidas) não diferiram significativamente entre si, contudo, apenas T10 e T12 se

destacam com resultados satisfatórios comparados ao padrão para a cultura da soja (Tabela 4).

Observa-se que as menores médias obtidas entre estes tratamentos, provém dos tratamentos de fosfitos a base de Cu e K, quando as aplicações foram repetidas por três vezes, o que possivelmente proporcionou efeito fitotóxico a planta, comprometendo o desenvolvimento de plântulas normais.

Sobre o uso de ASM, resultado semelhante foi encontrado por Carvalho (2012), em estudo desenvolvido sobre a mesma cultura com a utilização apenas de fungicida (Azoxistrobina + Ciproconazol), ou deste associado com ASM. O autor verificou que tais produtos promovem resultados satisfatórios sobre o controle de ferrugem asiática e conseqüentemente sobre os componentes de rendimento e qualidade fisiológica de sementes de soja (germinação (PN), EMER, PMS e PROD).

Para as variáveis EMER e IVE os resultados obtidos foram análogos (Tabela 4), assim, os maiores percentuais de EMER e IVE que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais sob ampla variação de condições de campo, obedecendo os padrões aceitáveis para a cultura da soja, foram obtidos com os tratamentos T9 (2 x Fosfite K + fungicidas), T10 (Fosfite Mn + Fosfite Cu + Fosfite K + fungicidas) e T12 (ASM + fungicidas), semelhante ao obtido para as demais variáveis estudadas.

Com exceção do tratamento controle (T1) e dos tratamentos à base de fosfitos associados aos fungicidas (T3, T5, T6, T7, T8, T9), os demais se assemelham pela aplicação do mesmo tratamento nos ciclos R1, R4 e R5.5, sem associação a fungicidas. Isto pode ter gerado efeito fitotóxico sobre a cultura, comprometendo a produção de sementes vigorosas, como já mencionado para outras variáveis que apresentaram resultado semelhante.

Ressalta-se que a utilização de fosfitos de forma isolada (sem associação a fungicidas), não foi eficiente sobre as variáveis analisadas, mesmo possuindo capacidade de contribuir na nutrição foliar (SILVA et al., 2013). Ainda, a utilização de fungicidas associados ou não a fosfitos promovem resultados satisfatórios sobre a cultura, desta forma pode-se inferir que apenas a utilização de fungicidas é suficiente para garantir os resultados almejados.

Para ferrugem asiática os tratamentos correspondentes ao uso dos fosfitos de Cu (T4) e K (T5) e, ASM (T11) de forma isolada não diferiram do controle (T1), não reduzindo a severidade da doença na cultura. Em contrapartida, os demais tratamentos correspondentes às associações entre fosfitos, fungicidas e o ativador de plantas ASM (T2, T3, T6, T7, T8, T9, T10, T12) diferiram (Tabela 4).

Outros trabalhos demonstram não haver incremento significativo na redução da severidade da ferrugem asiática quando utilizado fosfitos e ASM associados ao fungicida ciproconazol + azoxistrobina, quando comparados ao tratamento controle, concordando com os resultados aqui encontrados e também para AACPD (BARROS, 2011; OLIVEIRA et al., 2015).

Sobre a AACPD, é possível observar que os tratamentos T2, T3, T6, T7, T8, T9, T10, T12 não diferiram entre si, mostrando superioridade aos demais tratamentos aplicados. Resultado análogo obtido por Neves e Blum (2014), sobre a severidade de ferrugem asiática na cultura da soja, mostra que a utilização de fosfitos isoladamente ou associados com fungicidas, é eficiente, contudo não diferem significativamente entre si.

Silva et al. (2013), sobre a AACPD de ferrugem asiática na mesma cultura, não verificaram efeito satisfatório do uso de fosfitos, no entanto os mesmos proporcionaram redução significativa na severidade de míldio. Já no presente trabalho, os tratamentos correspondentes ao uso isolado de fungicidas e fosfitos não se diferenciaram do tratamento controle.

Os tratamentos de maior eficiência e que não se diferiram entre si, sobre a severidade e AACPD de míldio na cultura da soja foram: T7, T9, T10, T12. Observa-se que para os tratamentos T7 e T9, ocorreu aplicação dos fosfitos de Cu e K, respectivamente, por duas vezes, os resultados para a variável severidade se diferenciaram dos tratamentos T6, T8 que receberam apenas uma aplicação dos mesmos fosfitos.

Ainda, o tratamento T10 que não se diferenciou dos tratamentos T7 e T9 houve aplicação dos três fosfitos testados (Fosfito de Cu, K e Mn). Nesse caso, possivelmente houve efeito sinérgico entre os fosfitos e os fungicidas potencializando a ação das moléculas dos fungicidas, provocando ação tóxica direta sobre o patógeno diminuindo o seu crescimento, a qual é provocada pela acidez do

fosfito que interfere diretamente no desenvolvimento dos fungos (ARAÚJO et al., 2010). Também pode estar relacionada a uma possível ativação dos mecanismos de defesa da planta contra o patógeno, pois os fosfitos apresentam o potencial de intensificar a síntese de ácido ascórbico, fitoalexinas, compostos fenólicos e lignina que interferem de maneira indireta na incidência e no desenvolvimento dos patógenos nas plantas (ÁVILA, 2009; MOOR et al., 2009).

Para o tratamento T12 em que houve aplicação de fungicidas associados ao ASM os resultados se mostraram mais eficientes quando comparados à aplicação do mesmo de forma isolada, esta que apresentou diferença significativa de controle da doença somente em relação ao tratamento controle. Quando aplicado em conjunto com os fungicidas promoveu o aumento da eficiência dos mesmos no controle da doença, resultado esse que corrobora com estudo desenvolvido por Silva et al. (2011) com a mesma cultura.

Resultados semelhantes também foram obtidos por Silva et al. (2011) que avaliaram os efeitos da aplicação de ASM de forma isolada e em associação com fungicida a base de piraclostrobina+ epoxiconazole, e observaram que ASM quando associado ao fungicida promoveu uma redução na severidade de míldio na mesma cultura e, quando aplicado de forma isolada não apresentou efeitos no controle da doença.

Observa-se ainda que a associação de fosfito de K com fungicidas (T9), promoveu 21,42 de AACPD, em comparação aos tratamentos com fosfito de K utilizado de forma isolada (T5) com 80,71, e somente com aplicação de fungicidas (T2) com 47 de AACPD. Dessa forma o tratamento T9 promoveu redução de cerca de 75% da AACPD em relação ao tratamento T5, e de 45% em relação ao tratamento T2.

Os fosfitos podem atuar diretamente ou indiretamente sobre o controle de doenças em plantas. Diretamente inibindo o desenvolvimento do patógeno e indiretamente quando induzem a produção de substâncias (enzimas, fenóis e fitoalexinas) que atuarão contra o patógeno (CARMONA; SAUTUA, 2011), induzindo a resistência da planta.

Para avaliar o efeito indutor dos tratamentos nas respostas de enzimas relacionadas à patogenicidade, foram selecionados quatro tratamentos que

pudessem melhor representar o efeito de indução de resistência da planta ao patógeno.

Para tal foram escolhidos: tratamento controle (T1); tratamento que representasse o efeito dos fungicidas na atividade enzimática (T2), de modo a fornecer a mesma base comparativa para os tratamentos os quais foram associados os fungicidas mais os indutores, de modo a viabilizar esta comparação entre fosfitos e ASM; dois tratamentos que melhor demonstrasse o possível efeito aditivo promovido pelos indutores, com menores AACPD para mildio (T10 e T12).

Quanto ao efeito dos tratamentos sobre a indução de resistência, pode ser observado através da quantificação das proteínas relacionadas a patogenicidade (PRP's). que teve efeito somente para a atividade da FAL com 24 horas, já para quitinases, β -1,3 glucanases não ocorreu diferenças quando comparado ao tratamento controle (Figura 1).

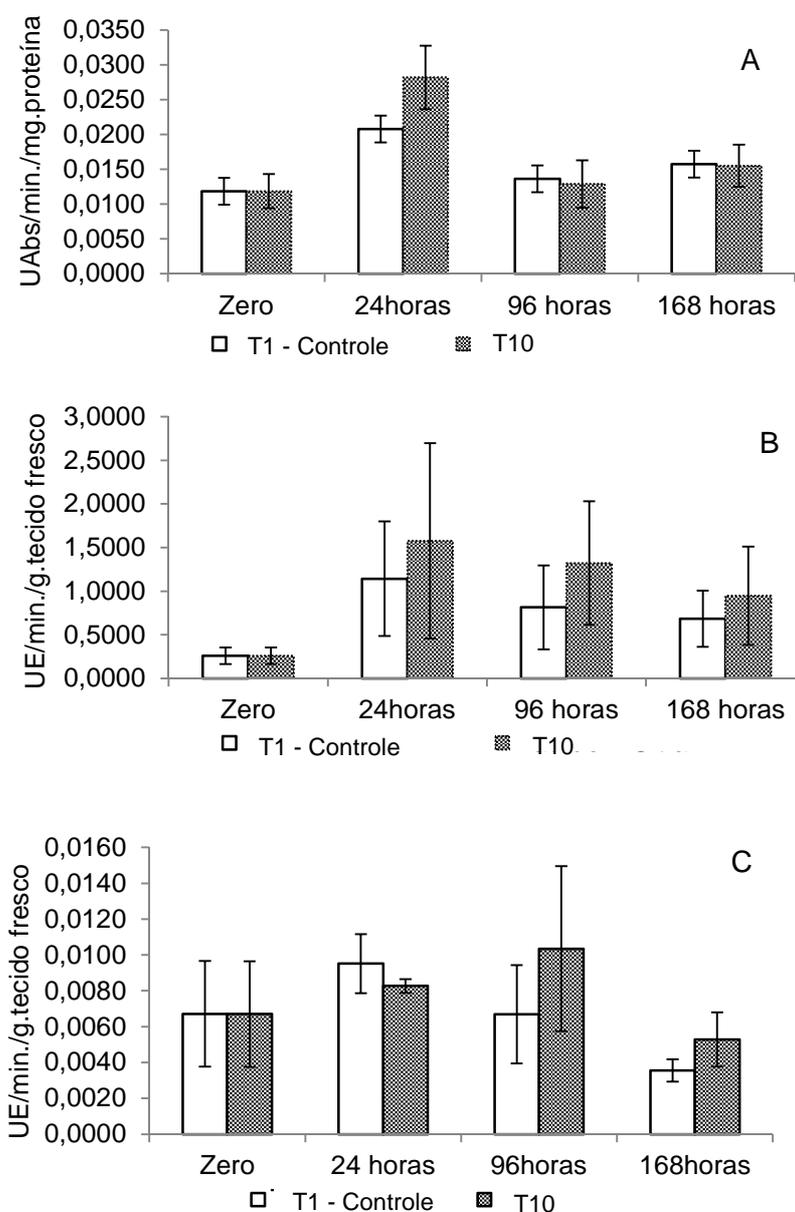


Figura 1. Atividade enzimática de FAL (A), Quitinases (B), β -1,3 Glucanases (C), em função dos tratamentos em zero, 24, 96 e 168 horas, comparando tratamento controle (T1) e T10, em experimento conduzido em 2015/2016. 1ª aplicação. Barras na vertical indicam o erro padrão.

Estes resultados demonstram que o uso combinado de fosfitos de Mn, K, Cu apresentam especificidade com preferencia para ativação da rota dos fenilpropanóides.

A elevação da FAL às 24 horas pode indicar alteração no metabolismo da planta, pois atua na catalisação da produção de lignina, destruição peroxidativa de reguladores de crescimento, livrando a célula de seu efeito deletério (LABANCA, 2002). Além disso, incorporam glicoproteínas à parede celular, catalisam a formação

de lignina, as quais podem formar barreiras mecânicas ao crescimento do patógeno, desta forma ocorrendo maior resistência a parede celular contra a ação de enzimas hidrolíticas, dificultando ao patógeno a utilização dos nutrientes do hospedeiro (PASCHOLATI; LEITE, 1994).

Glucanas e quitina funcionam como eliciadores e são os principais componentes de paredes de fungos, acredita-se que as proteínas quitinase e β -1,3 glucanase possuem ação enzimática e protegem as plantas contra a infecção por fungos, liberando indutores a partir da parede celular do patógeno permitindo que a planta identifique-o, impedindo o estabelecimento do patógeno e favorecendo a indução de resistência (RODRIGUES et al., 2006), fato não observado no presente estudo.

Para a segunda aplicação dos tratamentos realizada no estágio R1, não foi observado atividade de quitinase, desta forma foram comparadas as respostas enzimáticas de FAL e β -1,3 glucanases dos tratamentos: T1 (controle); T2 (fungicidas); T10 (fungicidas + fosfitos) e; T12 (fungicidas + ASM) as zero, 24, 96, 168 horas após aplicação dos mesmos.

A falta de atividade de quitinase deve-se a não preferência dessa rota como mecanismo de defesa, dessa forma, não havendo ativação dessa enzima, o qual poderia acarretar um custo energético negativo para a planta (LO, 1998).

Assim como na primeira aplicação dos tratamentos, para FAL, o pico de resposta ocorreu após 24 horas de aplicação. As maiores respostas enzimáticas foram obtidas com aplicação do tratamento T12, 24 horas após aplicação, seguido pelo tratamento T10, contudo, este não diferiu em relação aos demais tratamentos (Figura 2).

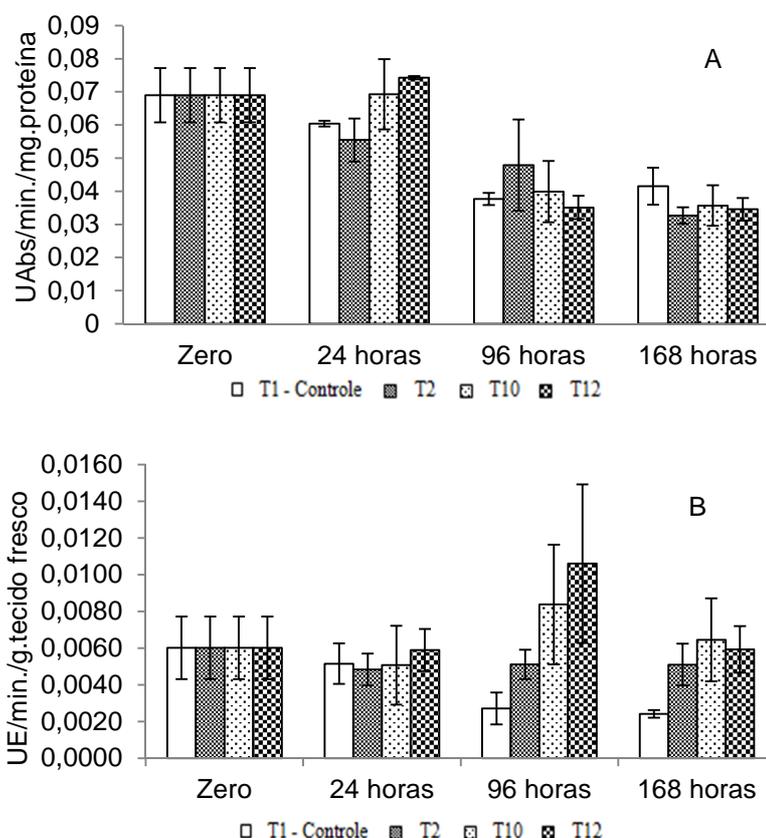


Figura 2. Atividade enzimática de Fenilalanina amônia-ase (FAL) (A), β -1,3 Glucanase (B). Tratamentos: T1, T2, T10, T12. 2ª aplicação, em experimento conduzido na safra 2015/2016. Barras na vertical indicam o erro padrão.

Na atividade de β -1,3 glucanase, foi observado maior incremento da resposta de elevação dos teores da enzima nos tecidos da planta nos tratamentos T2, T10 e T12 quando comparados ao tratamento controle, 96 horas após aplicação. Contudo, estes tratamentos não diferiram entre si, portanto, mesmos resultados são encontrados com aplicação de apenas fungicidas e destes associados a fosfitos e ASM.

Resultados semelhantes foram obtidos por Tavares et al. (2009) avaliando plantas de mamoeiro pulverizadas com ASM na indução de resistência à podridão radicular. Os tratamentos com ASM apresentaram aumento significativo da atividade da enzima β -1,3 glucanase a partir do primeiro dia após a pulverização, obtendo máximo aumento no quinto dia após aplicação do tratamento.

Para a terceira aplicação dos tratamentos, novamente não foi observado resposta na atividade de quitinase. Foram observados picos de resposta de FAL 96

horas após aplicação do tratamento T12, este que não diferiu do tratamento T10, o qual não diferiu de T2, semelhante ao tratamento controle (T1). Contudo, 168 horas após, os tratamentos T10 e T12 proporcionaram maior atividade enzimática de FAL, contudo, o tratamento T12 não diferiu dos tratamentos T2 e T1 (Figura 4).

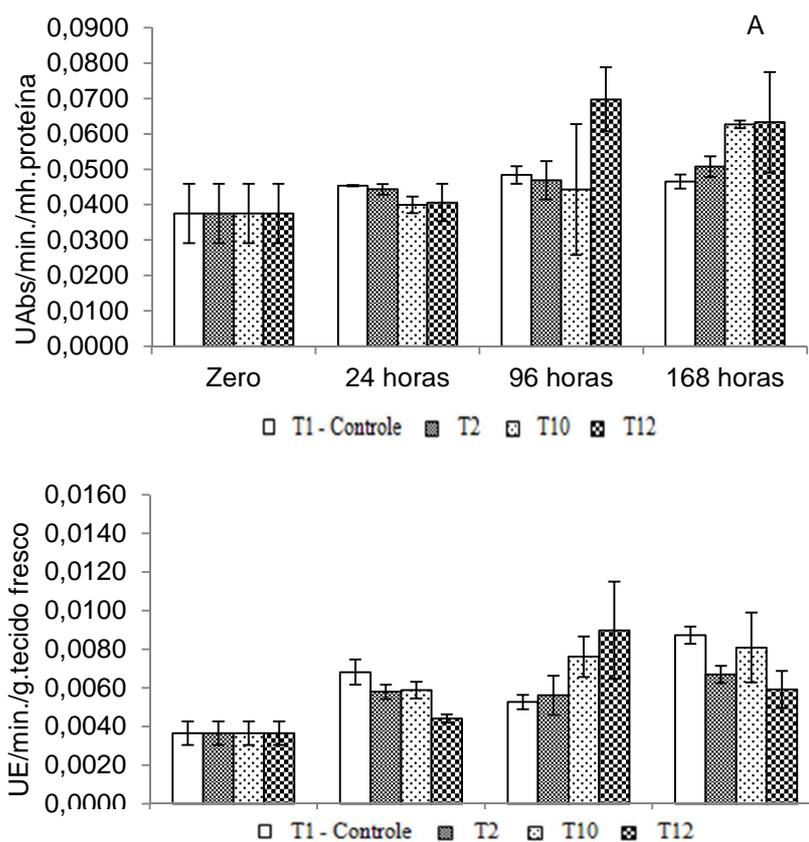


Figura 3. Atividade enzimática de Fenilalanina amônia-ase (FAL) (A), β -1,3-glucanase (B), em experimento conduzido na safra 2015/2016. 3ª aplicação. Tratamentos: T1, T2, T10, T12. Barras na vertical indicam o erro padrão.

Para atividade de β -1,3 glucanase o tratamento T12 proporcionou maior atividade enzimática, seguido do tratamento T10, com 96 horas após aplicação dos tratamentos, diferenciando do tratamento T2 e da testemunha.

Almeida et al. (2012) encontraram atividade constante de FAL, em todos os períodos avaliados, de forma indicativa a expressão constitutiva de metabólitos secundários, pois a resposta de FAL gera precursores de compostos fenólicos que se acumulam em resposta a infecção, sendo exemplo a lignina, esta relacionada a

primeira reação na síntese dos fenilpropanóis, com a conversão de fenilalanina em ácido trans-cinâmico, promovendo a geração de compostos sinalizadores de defesa.

De maneira geral, os resultados demonstraram que fosfitos a base de Mn, K, Cu, e ASM quando associados com fungicidas possuem especificidade de ativação de enzimas de ativação de rotas metabólicas de indução de resistência na cultura da soja, não diferindo da utilização de fungicidas, apenas, com exceções pontuais

4.2 Estudo 2: Safra 2016/2017

De acordo com a análise da variância (Tabela 6) para o segundo ano de avaliação, os tratamentos foram significativos sobre as variáveis PMS, PROD e CPA, AACPD de ferrugem asiática e míldio, rejeitando-se a hipótese de nulidade para estas, sendo os tratamentos significativos ao nível de 5% de probabilidade do erro.

Tabela 6. ANOVA: Coeficiente de variação (CV) e quadrados médios (QM) da análise de variância para as variáveis PMS - Peso de mil sementes; PROD - Produtividade; PN - Plântulas normais; PA - Plântulas anormais; CP - Comprimento de plântula; MS - Massa seca de plântula; EMER - Emergência; IVE - Índice de velocidade de emergência; VP - Vagens por planta; GV - Grãos por vagem; AIPV - Atura de inserção primeira vagem; AIUV - Altura de inserção última vagem; AACPD - Área abaixo da curva de progresso da doença (ferrugem asiática (F) e míldio (M)) em experimento conduzido no ano de 2016/2017.

Causa de variação	QM					
	PMS	PROD	PN	PA	CP	MS
Blocos	70,14*	529430,27*	533,30*	516,88*	7,49*	0,00008 ^{ns}
Trat.	99,14*	291434,99*	187,88 ^{ns}	131,15 ^{ns}	5,00*	0,00004 ^{ns}
Erro	17,37	84627,91	122,92	130,22	1,97	0,00003
Média	159,40	4359,15	58,49	34,81	25,07	0,041
CV (%)	2,61	6,67	18,95	32,77	5,60	13,27

Causa de variação	QM							
	EMER	IVE	VP	GV	AIPV	AIUV	AACPD (F)	AACPD (M)
Blocos	121,88*	3,40*	146,96 ^{ns}	0,05 ^{ns}	4,93 ^{ns}	539,46*	1468,31 ^{ns}	451,25 ^{ns}
Trat.	17,00 ^{ns}	0,32 ^{ns}	250,84 ^{ns}	0,04 ^{ns}	7,73 ^{ns}	19,72 ^{ns}	7099,69*	1798,45*
Erro	17,61	0,33	156,98	0,05	4,63	13,92	554,65	358,33
Média	49,10	7,26	66,15	2,04	22,90	102,50	96,14	72,00
CV (%)	8,55	7,96	18,94	11,15	9,40	3,64	24,50	26,29

*Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

Para as variáveis em que os tratamentos não foram significativos, a média observada foi de 58,49% de plântulas normais, sendo este abaixo do padrão exigido para a cultura; 34,81% de plântulas anormais; 0,041 g de massa seca de plântula; 49% de emergência, também abaixo do padrão exigido para a cultura; 7,26 de índice de velocidade de emergência; 66,15 vagens por planta; 2,04 grãos por vagem; 22,90 cm de altura de inserção da primeira vagem e 102,50 cm de altura de inserção da última vagem.

Segundo Moura (2013), a aplicação de produtos químicos como fungicidas e fosfitos resultam em efeitos diversos no metabolismo vegetal, o que depende principalmente da espécie, ciclo da planta e dose aplicada, podendo também ser afetados pelas condições ambientais. Ainda, a aplicação de fungicidas triazóis está comumente ligada à redução da altura e diâmetro do caule, proporcionando redução da transpiração e aumento na produção de cera cuticular, prevenindo o murchamento foliar e a senescência, o que possibilita maiores produtividades em algumas culturas (IZUMI et al., 1984; SAISHOJI et al., 1998). Os efeitos citados podem promover mudanças morfológicas na cultura, o que não foi observado neste estudo sobre as variáveis mencionadas anteriormente.

Observa-se ainda sobre as variáveis PMS e PROD, todos os tratamentos diferenciaram-se do tratamento controle, sendo superiores a este (Tabela 7).

Tabela 7. Comparação de médias pelo teste de Scott-Knott para as variáveis PMS - Peso de mil sementes; PROD – Produtividade; CP - Comprimento de plântula; AACPD - Área abaixo da curva de progresso da doença (ferrugem asiática (F) e míldio (M)) em experimento conduzido nos anos de 2016/2017.

Trat.	PMS (g)	PROD (kg/ha ⁻¹)	CP (cm)	AACPD - F	AACPD - M
1	147,73b	3719b	23,00c	154,17a	105,42a
2	162,73a	4171a	25,50a	82,95c	58,34b
3	159,70a	4489a	24,75b	84,52c	63,66b
4	154,47a	4271a	24,00c	166,42a	101,32a
5	159,67a	4382a	25,75a	48,47d	55,07b
6	158,06a	4469a	25,00b	34,30d	48,54b
7	162,51a	4366a	24,75b	123,55b	87,36a
8	163,35a	4711a	25,50a	86,62c	83,79a
9	162,86a	4440a	25,25a	103,42c	68,81b
10	162,98a	4568a	27,00a	77,00c	47,67b

*Dados não seguidos por mesma letra, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo Scott-Knott, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Tal fato pode ter ocorrido possivelmente pela maior severidade de doenças, o que proporciona diminuição do processo fotossintético e aumento da respiração promovido pelo ataque do fitopatógeno. Também é possível que haja interrupção da absorção e da translocação de nutrientes no interior da planta, podem resultar em sintomas de deficiência mineral (TRIGIANO et al., 2010). Ainda, os sintomas da ferrugem asiática da soja e de míldio podem surgir em qualquer momento do ciclo fenológico da cultura da soja (PICININI; FERNANDES, 2000) e quando severamente infectadas apresentam desfolha precoce, comprometendo o peso final dos grãos. Dessa forma, quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho do grão e, maior a perda de rendimento e de qualidade (YANG et al., 1991).

Para Fageria et al. (2009), apesar da manutenção da taxa fotossintética após aplicação de nutrientes via foliar resultar no incremento da produtividade e, na formação de sementes com maior qualidade fisiológica, esta deve ocorrer quando as exigências nutricionais são maiores. Isto ocorre geralmente no início de enchimento de “grãos” (TAIZ; ZEIGER, 2009), caracterizado pela transição ao final do estágio R4 para R5, momento em que ocorreu a última aplicação dos tratamentos no presente estudo.

Ainda, para a variável CP, as maiores médias observadas foram obtidas com a aplicação dos tratamentos T2 (padrão fungicida), T5 (fosfito de Cu + fungicidas), T8 (1 x fosfito de K + fungicidas), T9 (2 x fosfito de K + fungicidas) e T10 (ASM + fungicidas), diferenciando-se de T1 (controle) e T4 (fosfito de Cu), assim como observado para as variáveis PMS e PROD.

A qualidade de uma semente pode ser avaliada por meio de diversas variáveis, e entre as mais importantes estão a viabilidade e o vigor (HENNING et al., 2010). Conforme os mesmos autores, sementes de soja de alto vigor possuem maior quantidade de reservas e maior capacidade de mobilização destas na germinação, resultando em plântulas de soja com melhor desempenho inicial, resultando em maior comprimento destas.

Estudo realizado por Panozzo et al. (2009), acerca da influência da qualidade fisiológica das sementes de soja sobre o comportamento de plantas, confirmou a informação de que a qualidade fisiológica das sementes afeta o comportamento das

plantas adultas. Ainda, segundo mesmo autor, características como a estatura e os componentes do rendimento e plantas provenientes de sementes de alto vigor apresentam superioridade no rendimento de grãos em torno de 17%, quando comparadas às originadas de sementes de baixo vigor.

Sobre a AACPD de ferrugem asiática (Tabela 7), maior eficiência foi observada com a utilização de fosfitos a base de Cu (T6 e T7), ambos associados a fungicidas, os quais diferiram significativamente dos demais tratamentos. Resultados análogos obtidos por Neves (2006), Neves e Blum (2014) e Silva et al. (2011) sobre a severidade de ferrugem asiática na cultura da soja e também por Santos et al. (2011) na cultura do trigo, mostram que a utilização de fosfitos associados com fungicidas é eficiente, sendo superiores ao tratamento controle.

Seguidamente, um grupo intermediário de controle foi composto pelos tratamentos T3 (fosfito de Mn + padrão fungicida), T8 (fosfito de K + padrão fungicida), T9 (fosfito de K + padrão fungicida) e T10 (ASM + padrão fungicida), os quais não diferiram do padrão fungicida (T2) (Tabela 6). O uso de combinações de fungicidas do grupo triazol com diferentes estrobilurinas ou benzimidazóis, como no presente estudo, segundo Moura (2013), é a principal medida de controle de ferrugem asiática.

Em estudo desenvolvido sobre a mesma cultura, o controle de ferrugem asiática foi eficiente com a utilização apenas de fungicida, ou deste associado com ASM (CARVALHO, 2012). Semelhante também, a trabalho desenvolvido por Dallagnol et al., (2006), comparando a utilização de ASM para controle de doenças foliares em soja, onde os autores concluíram que o ASM associado a fungicidas, pode aumentar a eficiência no controle destas doenças. Já em trabalho realizado sobre ferrugem de cafeeiro, o uso isolado de fosfito foi eficiente no controle da doença, contudo não diferiu da aplicação realizada apenas com fungicidas (TOYOTA, 2008).

Já em experimento conduzido por Barros (2011), não se detectou benefícios da utilização do ASM tanto isoladamente quanto em mistura com fungicidas para o controle da ferrugem asiática em soja, tendo havido controle apenas quando da utilização de fungicida químico independentemente da adição do ASM. Outros estudos também demonstram não haver incremento significativo na redução da

severidade da ferrugem asiática quando utilizado fosfitos e ASM associados ao fungicida ciproconazol + azoxistrobina, quando comparados ao tratamento controle (OLIVEIRA et al., 2015; SILVA et al., 2013), resultado contraditório ao encontrado no presente estudo.

Para ferrugem asiática, no qual os tratamentos à base de fosfitos de Cu associados à fungicidas apresentaram melhores resultados no controle da mesma, possivelmente houve efeito sinérgico entre estes. Potencializando assim, a ação das moléculas dos fungicidas provocando ação tóxica direta sobre o patógeno e diminuindo o seu crescimento, a qual é provocada pela acidez do fosfito que interfere diretamente no desenvolvimento dos fungos (ARAÚJO et al., 2010). Também pode estar relacionada a possível ativação dos mecanismos de defesa da planta contra o patógeno, pois os fosfitos apresentam o potencial de intensificar a síntese de ácido ascórbico, fitoalexinas, compostos fenólicos e lignina, que interferem de maneira indireta na incidência e no desenvolvimento dos patógenos nas plantas (ÁVILA, 2009; MOOR et al., 2009).

Sobre a AACPD de míldio (Tabela 7), a utilização isolada das diferentes fontes de fosfitos (Mn, K e Cu) e ASM apresentaram resultados significativos sobre o controle de míldio em relação ao tratamento controle (T1), o que corrobora com os resultados obtidos por Silva (2011) e Silva et al. (2013), no controle do mesmo patógeno também na cultura da soja. Contudo, mesma eficácia da utilização isolada das diferentes fontes de fosfitos (Mn, K e Cu) e ASM foi observada apenas com a utilização da combinação de diferentes fungicidas (T2 - padrão fungicida) (Tabela 7).

O uso de fosfitos e ASM associados à fungicidas podem trazer boas perspectivas no manejo fitossanitário da cultura da soja sobre míldio e ferrugem asiática, desde que aplicados nas combinações e doses mais eficientes, de forma preventiva ou no início das primeiras infecções das doenças nas plantas. Nesse sentido, a planta hospedeira é resistente ao patógeno ativando defesas passivas (adquiridas com aplicação de produtos químicos) ou ativas (proteínas antimicrobianas e fitoalexinas) que interrompem o desempenho do mesmo (TRIGIANO et al., 2010).

De maneira geral, maior desenvolvimento de míldio e ferrugem asiática ocorreu nas plantas quais foram aplicados os tratamentos controle (T1), apenas

fosfito de Cu sem associação a fungicidas (T4) e, o tratamento com associação dos três fosfitos (Mn, K e Cu) combinados aos fungicidas (T7). Dessa forma é possível inferir que possivelmente houve efeito fitotóxico ou incompatibilidade quando os fosfitos foram aplicados de maneira conjunta. Contudo, quando utilizado apenas um tipo de fosfito associado aos fungicidas houve efeito satisfatório, mas semelhante de quando utilizado apenas aplicação de fungicidas. Estes resultados podem ser visualizados principalmente nos ciclos finais da cultura, em função das respostas fisiológicas de defesa da planta após aplicação dos tratamentos

Diante do exposto, recomenda-se para pesquisas futuras, a aplicação em diferentes estádios vegetativos e também de forma preventiva, de forma que haja estímulo dos mecanismos de defesa da planta ao patógeno. Também é primordial que se desenvolvam pesquisas sobre a combinação de fungicidas de diferentes grupos químicos, reduzindo a possibilidade de seleção de raças resistentes de fitopatógenos.

Para tal, é de importância fundamental também levar em consideração as condições ambientais de cada região de cultivo, pressão da doença, tecnologia de aplicação de fungicidas, variedade utilizada e os custos do controle. De forma a garantir o controle das doenças e maiores incrementos de produtividade, resultando de forma prática em maior lucro ao produtor.

5 CONCLUSÃO

A utilização de produtos a base de fosfitos de K, Mn, Cu e ASM de forma isolada não reduziram a severidade de míldio e ferrugem asiática na cultura da soja, dessa forma, também não proporcionam incremento sobre os componentes de rendimento.

A aplicação de um mesmo fosfito em três diferentes estádios de desenvolvimento apresentou possível efeito fitotóxico sobre a cultura da soja, comprometendo os componentes de rendimento e a qualidade fisiológica das sementes.

O uso de fosfitos e ASM não promoveram resultados satisfatórios superiores quando comparados a aplicação de somente fungicidas, o qual também não comprometeu a produtividade da cultura em função da ferrugem asiática e míldio.

A utilização de combinações de diferentes fungicidas principalmente dos grupos químicos triazol e estrubirulina, foi suficiente para mitigar os efeitos de severidade de ferrugem asiática e míldio na cultura da soja.

De maneira geral, os resultados demonstraram que fosfitos a base de Mn, K, Cu, e ASM quando associados com fungicidas possuem especificidade de ativação de enzimas de ativação de rotas metabólicas de indução de resistência na cultura da soja, não diferindo da utilização de fungicidas, apenas, com exceções pontuais

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE. Associação brasileira das indústrias de óleos vegetais. Coordenadoria de economia e estatística (online). Brasília, 2015. 8p. Disponível em: <<http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=estatistica&area=NC0yLTE=>> Acesso em: jan 2017.

ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Aproach®** Prima (online). Paraná, 2016. 10p. Disponível em: <<http://megaslides.org/doc/169417/aproach%C2%AE-prima---adapar>>. Acesso em: jan 2017.

ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Bion®** (online). Paraná, 2005a. 11p. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/.../bion500wg.pdf>>. Acesso em: nov 2015.

ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Elatus®** (online). Paraná, 2015b. 16p. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/.../elatus.pdf>>. Acesso em: nov 2015.

ADAPAR. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Priori Xtra®** (online). Paraná, 2015c. 19p. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/.../priori_xtra.pdf>. Acesso em: nov 2015.

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. San Diego: San Diego Academic Press, 5 ed. 2005. 952 p.

ALMEIDA, A. M. R.; PEREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A.; GODOY, C. V.; COSTAMILAN, L. M.; MEYER, M. Doenças da soja. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Org.). **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 2005. v. 2, p. 569-588.

ALMEIDA, H. O.; BARBOSA, M. O.; MARQUES, A. E.; PEREIRA, T. H. A.; MAGALHÃES JÚNIOR, M. J.; TESSAROLLO, N. G.; GAMES, P.; BARROS, E. G.; STOLF-MOREIRA, R.; GUIMARÃES, F. C. M.; ABDELNOOR, R. V.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, M. C. B. Enzimas marcadoras de indução de resistência diferencialmente reguladas em soja resistente e suscetível à ferrugem-asiática-da-soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 47, n. 2, p. 163-72. 2012.

AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSIS. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing, 1983. 88p.

ARAUJO, L.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M.; STADNIK, M. J. Avaliação de formulações de fosfito de potássio sobre *Colletotrichum gloeosporioides in vitro* e no controle pós-infeccional da mancha foliar de *Glomerella* em macieira. **Tropical Plant Pathology**. v. 35, n. 1, p. 54-59. 2010.

ATHAYDE SOBRINHO, C.; FERREIRA, P. T.; CAVALCANTI, L. S. INDUTORES ABIÓTICOS. IN: CAVALCANTI, L.S.; DI PIERO, R. M.; CIA, P.; PASCHOLATI, S. F.; RESENDE, M. L. V.; ROMEIRO, R. S. **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: Fealq, 2005. p. 51-80.

ÁVILA, F. W. **Fosfito no crescimento, nutrição fosfatada e aspectos da indução de resistência em milho**. 2009. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

BARROS, A. M.; MENEGATTI, A. L. **Soja: orgulho do país tem ameaças no horizonte**. Agrolink (online). 2012. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/culturas/soja/artigo/soja--orgulho-do-pais-tem-ameacas-no-horizonte_151428.html> [Acesso em: nov 2015.](#)

BARROS, R. Estudo sobre a aplicação foliar de acibenzolar-S-metil para indução de resistência à ferrugem asiática em soja e cercosporiose em milho. **Arquivos do Instituto Biológico**. v. 78, n. 4, p. 519-528. 2011.

BAUDET, L.; PESKE, F. Aumentando o desempenho das sementes. **Seed News**, v.9, n.5, p.22-24, 2007.

BEAUVERIE, J. Essais d'imminization des vegetaux contre des maladies cryptogamiques. C. R. **Acad. Sci. Ser.** v. 133, 107-110p. 1901.

BERTON, R. S.; PIRES, A. M. M.; ANDRADE, S. A. L.; ABREU, C. A. AMBROSANO, E. J.; SILVEIRA, A. P. D. Toxicidade do níquel em plantas de feijão e

efeitos sobre a microbiota do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41, n. 8, p. 1305-1312. 2006

BOSTOCK, R. M. Signal crosstalk and induced resistance: Straddling the between cost and benefit. **Annual Review of Phytopathology**. v. 43, p. 545-580. 2005.

BRACKMANN, A.; GIEHL, R. F. H.; SESTARI, I.; STEFFENS, C. A. Fosfitos para o controle de podridões pós-colheita em maçãs Fuji durante o armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**. v. 34, n. 4. p. 1039-1042. 2004.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2009. 399 p.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Introduction to plant disease epidemiology. **New York NY. John Wiley & Sons**. 1990. 532 p.

CAMPOS, A. D.; HAMPE, M. M. V.; FERREIRA, A. G.; ANTUNES, I. F.; CASTRO, L. A. S. Indução de resistência sistêmica à antracnose em feijoeiro-comum pela raça delta avirulenta de *Colletotrichum lindemuthianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 44, n. 1. 2009.

CARMONA, M.; SAUTUA; F. Os fosfitos no manejo de doenças nas culturas extensivas. **Revista Plantio Direto**, v. 126, n. 1, p. 19-22. 2011.

CARVALHO, B. O. **Fungicida e ativador de defesa no controle da ferrugem asiática, na produção e na qualidade das sementes de soja**. 2012. 46f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CARVALHO, E. A. C. **Avaliação agrônômica da disponibilização de nitrogênio à cultura de feijão sob sistema de semeadura direta**. 2002. 63f. Tese (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

CAVALCANTI, F. R.; RESENDE, M. L. V.; ZACARONI, A. B.; RIBEIRO JUNIOR, P. M.; COSTA, J. C. B.; SOUZA, R. M. Acibenzolar-S-metil e Ecolife[®] na indução de respostas de defesa do tomateiro contra a mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*). **Fitopatologia Brasileira**. v. 31, n. 4, p. 372-380. 2006.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos**. Brasília: Conab, 2017. 164 p.

CORNELISSEN, B. J. C.; MELCHERS, L. S. Strategies for control of fungal diseases with transgenic plants. **Plant Physiology**. v. 101, n. 3, p. 709-712. 1993.

DALLAGNOL, L. J.; NAVARINI, L.; UGALDE, M. G.; BALARDIN, R. S.; CATELLANI, R. Utilização de acibenzolar-S-metil para controle de doenças foliares da soja. **Summa Phytopathologica**. v. 32, p. 255-259. 2006.

DATNOFF, L. E.; SEEBOLD, K. W.; CORREA-V, F. J. The use of silicon for integrated disease management: reducing fungicide applications and enhancing host plant resistance. In: Datnoff, L.E et al. *Silicon in agriculture*. **Elsevier Science**. v. 26, p. 171-184. 2001.

DELIOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P.S.; HARE, M.C. Fungal disease suppression by inorganic salts: A review. **Crop Protection**. v. 29, p. 1059-1075. 2010.

DELOUCHE, J. C. Deterioração de sementes. **SEED News**. v. 6, n. 6, p. 24-31. 2002.

DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B. **O uso de fosfitos no manejo de doenças fungicas em frutíferas e soja**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 29 p.

DURRANT, W. E.; DONG, X. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology**. v. 42, p. 185-209. 2004.

EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja**: região central do Brasil 2012/2013. Londrina: Embrapa Soja, 1º ed., n. 15, 2011. 261 p.

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2005**: Soja: um sucesso brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 1º ed., n. 6, 2004. 239 p.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; MOREIRA, A.; GUIMARÃES, C. M. Foliar fertilization of crop plants. **Journal of Plant Nutrition**. v. 32, p. 1044-1064. 2009.

FEYS, B. J.; PARKER, J. E. Interplay of signaling pathways in plant disease resistance. **Trends in Genetics**. v. 16, n. 1, p. 449-455. 2000.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**. v. 7, n. 12, p. 9. 2011.

FRIEDRICH, L.; LAWTON, K.; RUESS, W.; MASNER, P.; SPECKER, N.; GUTRELLA, M.; MEIER, B.; DINCHER, S.; STAUB, T.; UKNES, S.; MÉTRAUX, J.-P.; KESSMAN, H.; RYALS, J., A benzothiadiazole derivative induces systemic acquired resistance in tobacco. **The Plant Journal**. v. 10, n. 1, p. 61-70. 1996.

GALDEANO, D.; GUZZO, S. D.; PATRÍCIO, F. R. A.; HAKAKAVA, R. Proteção do cafeeiro contra cercosporiose por acibenzolar-S-metil e proteína harpina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 45, n. 7, p. 686-692. 2010.

GLAZEBROOK, J. Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. **Annual Review of Phytopathology**. v. 43, n. 1, p. 205-227. 2005.

GODOY, C. V.; KOGA, L. C.; CANTERI, M. G.. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**. v. 31, n. 1, p. 63-68. 2006 .

GÖRLACH, J.; VOLRATH, S.; KNAUF-BEITER, G.; HENGY, G.; BECKHOVE, U.; KOGEL, K-H.; OOSTENDORP, M.; STAUB, T.; WARD, E.; KESSMANN, H.; RYALS, J., Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance, activates expression and disease resistance in wheat. **Plant Cell**. v. 8, p. 629-643. 1996.

GRIS, C. F. **Qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e RR associada ao conteúdo de lignina**. 2009. 134f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

HEIL, M.; BOSTOCK, M. R. Induced systemic resistance (ISR) against pathogens in the context of induced plant defences. **Annals of Botany**. v. 89, p. 503-512. 2002.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes**: Noções Gerais. Londrina: Embrapa Soja. n. 235, 2004. 51 p.

HENNING, A. A.; ALMEIDA, A. M. R.; GODOY, C. V.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; COSTAMILAN, L. M.; FERREIRA, L. P.; MEYER, M. C.; SOARES, R. M. DIAS, W. P. **Manual de identificação de doenças da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 5º ed, 2014. 76 p.

HENNING, F. A.; MERTZ, L. M.; JUNIOR, E. A. J.; MACHADO, R. D.; FISS, G.; ZIMMER, P. D. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. **Bragantia**. v. 69, n. 3, p. 727-734. 2010.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **Evolução e Perspectivas de Desempenho Econômico Associadas com a Produção de Soja nos Contextos Mundial e Brasileiro**. (Embrapa Soja, Documentos, 319). Londrina: EMBRAPA, 2011. 69 p.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Dados de Precipitação do município de Dois Vizinhos, PR. 2015/2016. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTg0Mw==. Acesso em: 15 de set. de 2017.

IZUMI, K.; YAMAGUCHI, I.; WADA, A.; OSHIO, H.; TAKAHASHI, N. Effects of a new plant growth retardant (E)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1,2,4-triazol-1-yl)-1-peten-3-ol (S-3307) on the growth and gibberellin content of rice plants. **Plant and Cell Physiology**. v. 25, p. 611-617. 1984.

JAUREGUY, L. M.; CHEN, P.; SCABOO, A. M. Heritability and correlations among food-grade traits in soybean. **Plant Breeding**. v. 130, p. 647-652. 2011.

JULIATTI, F. C. Avanços no tratamento químico de sementes. **Informativo ABRATES**, v. 20, n. 3. 2010.

KESSMANN, H.; RYALS, J.; STAUB, T.; OOSTENDORP, M.; AHA GOY, P.; HOFFMANN, C. J.; FRIEDRICH, L.; DELANEY, T.; LAWTON, K.; RYALS, L.;

WEYMANN, K.; LIGON, H.; VERNIOIJ, B.; UKNES, S. Mode of action of new plant activator. In: International Plant Protection Congress, Proceedings... The Hague The Netherlands. ISPP. pp. 2-7. (1995).

KING, M.; REEVE, W.; VAN DER HOEK, M. B.; WILLIAMS, N.; MCCOMB, J.; O'BRIEN, P. A.; HARDY, G. E. S. J. Defining the phosphite-regulated transcriptome of the plant pathogen *Phytophthora cinnamomi*. **Molecular genetics & Genomics**. v. 284, p. 425-435. 2010.

KNIGHT, S. C.; ANTHONY, V. M.; BRADY, A. M.; GREENLAND, A. J.; HEANEY, S. P.; MURRAY, D. C.; YOULE, A. D. Rationale and perspectives on the development of fungicides. **Annual Review of Phytopathology**. v. 35, p. 349-372. 1997.

KOVÁČIK, J.; KLEJDUS, B.; BACKOR, M.; REPCAČ, M. Phenylalanine ammonia-lyase activity and phenolic compounds accumulation in nitrogen-deficient *Matricaria chamomilla* leaf rosettes. **Plant Science**. v. 172, p. 393-399. 2007.

KOWATA, L. G.; MAY-DE-MIO, L. L.; DALLA-PRIA, M.; SANTOS, H. A. A. Escala Diagramática para avaliar severidade de míldio na soja. **Scientia Agraria**. v. 9, n. 1, p. 105-110. 2008.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; VIEIRA R. D.; FRANÇA NETO J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. 218p.

KUHN, O. J. **Indução de resistência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) por acibenzolar-s-methyl e *Bacillus cereus*: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento e produção**. 2007. 140f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

LABANCA, E. R. G. **Purificação parcial de elicitores presentes em *Saccharomyces cerevisiae*: atividade como indutores de resistência em pepino (*Cucumis sativus*) contra *Colletotrichum lagenarium* e da síntese de gliceolinas em soja (*Glycine max*)**. 2002. 107f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

LO, T. C. General mechanisms of action of microbial biocontrol agents. **Plant Pathology Bulletin**. v. 7, p. 155-166. 1998.

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. **Análise de sementes de hortaliças**. Circular Técnica (83). Brasília: Embrapa Hortaliças, 2009. 9 p.

LOVATT, C. J.; MIKKELSEN, R. L. Phosphite fertilizers: what are they? Can you use them? What can they do?. **Better crops**. v. 90, n. 4, p. 1-11. 2006.

MATSUO, E.; SEDIYAMA, T.; BROMMONSCHENKEL, S.H.; CRUZ, C.D. Inheritance and genetic mapping of resistance to Asian soybean rust in cultivar TMG 803. **Crop Breed. Appl. Biotechnol.** v. 14, n. 4, p. 209-215. 2014.

MAZARO, S. M. **Indução de resistência à doenças em morangueiro pelo uso de elicitores**. 2007. 87f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MAZARO, S. M.; CITADIN, I.; GOUVÊA, A.; LUCKMANN, D.; GUIMARÃES, S. S. Indução de fitoalexinas em cotilédones de soja em resposta a derivados de folhas de Pitangueira. **Ciência Rural**. v. 38, n. 7, p. 1824-1829. 2008.

MENEGHETTI, R. C.; BALARDIN, R. S.; DALLA-CORTE, G.; FAVERA, D. D.; DEBONA, D. Avaliação da ativação de defesa em soja contra *Phakopsora pachyrhizi* em condições controladas. **Ciência e agrotecnologia**. v. 34, n. 4, p. 823-829. 2010.

MOOR, U.; PÖLDMA, P.; TÕNUTARE, T.; KARP, K.; STARAST, M.; VOOL, E. Effect of phosphite fertilization on growth, yield and fruit composition of strawberries. **Scientia Horticulturae**. v. 119, n. 3, p. 264-269. 2009.

MOURA, P. C. S. **Efeitos fisiológicos da aplicação de triazol e estrobilurina em soja**. 2013. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

NEVES, J. S. **Influência da aplicação de fosfito de potássio na severidade da ferrugem asiática na soja**. 2006. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília.

NEVES, J. S., BLUM, L. E. B. Influência de fungicidas e fosfito de potássio no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja. **Revista Caatinga**. v. 27, n. 1, p. 75-82. 2014.

NOJOSA, G. B. A.; RESENDE, M. L. V.; RESENDE, A. V. Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L.; et al. (Eds.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 263 p.

OLIVEIRA, G. M. PEREIRA, D. D.; CAMARGO, L. C. M.; SAAB, O. J. G. A. Fosfito e silicato de potássio no controle da ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd). **Agraria: Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 10, n. 1, p. 60-65. 2015.

PANOZZO, L. E.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; MIELEZRSKI, F.; PESKE, F. B. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da FVZA**. v. 16, n. 1, p. 32-41. 2009.

PASCHOLATI, S.F.; MELO, T.A.; BRAND, S.C.; REZENDE, D.C.; NOGUEIRA JÚNIOR, A.F.; SILVA JÚNIOR, M.B.; RESENDE, M.L.V. Indução de resistência no controle de fitopatógenos: registro de indutores e uso comercial no Brasil. In: SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; SILVA, C.M.; MAIA, A.J.; FARIA, C.M.D.R.; COLELLA, J.C.T. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Cap. 13, p.233-253, Maringá: UEM/MPA, 2014.

PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B. Mecanismos bioquímicos de resistência às doenças. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. v. 2, p. 1-51. 1994.

PASSOS, A. M. A.; REZENDE, P. M.; CARVALHO, E. R. Doses e épocas de aplicação de fosfito comercial na cultura da soja. **Enciclopédia Biosfera**. v. 10, n. 18, p. 1357-1365. 2014.

PERUCH, L. A. M.; BRUNA, E. D. Relação entre doses de calda bordalesa e de fosfito potássico na intensidade do míldio e na produtividade da videira cv. 'Goethe'. **Ciência Rural**. v. 38, n. 9, p. 2413-2418. 2008.

PICININI, E. C.; FERNANDES, J. M. C. **Doenças da soja**: aspectos epidemiológicos e Controle. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 91 p.

PIETERSE, C. M. J.; VAN LOON, L. C. Salicylic acid-independent plant defense pathways. **Trends in Plant Science**. v. 4, p. 52-58. 1999.

REGGINATO, P. **Impacto do míldio na produtividade da soja no sul de Mato Grosso do Sul, safra 2006/2007**. 2008. 39f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

RIBEIRO JUNIOR, P. M.; RESENDE, M. L. V.; PEREIRA, R. B.; CAVALCANTI, F. R.; AMARAL, D. R. PÁDUA, M. A. Fosfito de potássio na indução de resistência a *Verticillium dahliae* Kleb. em mudas de cacaueteiro (*Theobroma cacao* L.). **Ciência e Agrotecnologia**. v. 30, n. 4, p. 629-636. 2006.

RITCHIE, S.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology / Cooperative Extension Service, 1982. 20 p.

RODRIGUES, A. A. C.; NETO, E. B.; COELHO, R. S. B. Indução de resistência em *Fusariumoxysporum* f. SP, tracheiphilum em caupi: eficiência de indutores abióticos e bióticos e atividade enzimática elicitada. **Fitopatologia Brasileira**. v. 31, p. 492-499. 2006.

RODRIGUES, F. A.; FORTUNATO, A. A.; RESENDE, R. S. **Indução de Resistência em Plantas a Patógenos**. Viçosa: UFV, 2012. 358 p.

SAISHOJI, T.; KUMAZAWA, S.; CHUMAN, H. Structure-activity relationships of enantiomers of theazole fungicide ipconazole and its related compounds – fungicidal

and plant growth inhibitory activities. **Journal of Pesticide Science**. v. 23, p. 129-136. 1998.

SANTOS, H. A. A.; DALLA PRIA, M.; SILVA, O. C.; DE-MIO, L. L. M. Controle de doenças do trigo com fosfitos e acinbenzolar-s-metil isoladamente ou associados a piraclostrobina+ epoxiconazole. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 32, p. 433-442. 2011.

SANTOS, H. A. A. **Efeito de Fosfito no controle de doenças foliares de trigo *in vitro* e *in situ***. 2008. 143f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa.

SCHEEREN, B. R.; PESKE, S. T.; SCHUCH, L. O. B.; BARROS, A. C. A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 32, n. 3 p. 35-41. 2010.

SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; STANGARLIN, J. R.; PASCHOLATI, S. F. Mecanismos bioquímicos de defesa vegetal. In: PASCHOLATI, S. F.; LEITE, B.; STANGARLIN, J. R.; CIA, P. (Ed.). In: _____. **Interação planta patógeno – fisiologia, bioquímica e biologia molecular**. Piracicaba: FEALQ, 2008. p. 227-248.

SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. **Soja – Análise da Conjuntura Agropecuária – Novembro 2016**. Brasília: 2016. 12 p. Departamento de Economia Rural (DERAL). Disponível em: < http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Soja_2016_17.pdf.

SEDIYAMA, T. **Tecnologia de produção e usos da soja**. Londrina: Ed. Mecnas, 2009. 319 p.

SILVA, F. A. S; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: **World Congress on Computers in Agriculture**. 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

SILVA, O. C. **Danos causados pelo míldio da soja e uso de fosfitos e acinbenzolar-s- methyl no manejo das doenças da cultura**. 2011. 101f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, O. C.; SANTOS, H. A. A.; DALLA PRIA, M.; MAY DE-MIO, L. L. Potassium phosphite for control of downy mildew of soybean. **Crop Protection**. v. 30, p. 598-604. 2011.

SILVA, O. C.; SANTOS, H. A. A.; DESCHAMPS, C.; DALLA-PRIA, M.; MAY-DE-MIO, L. Fontes de fosfito e acinbenzolar-Smetílico associados a fungicidas para o controle de doenças foliares na cultura da soja. **Tropical Plant Pathology**. v. 38, n. 1, p. 72-77. 2013.

SILVA, R. R. **Relação entre precipitação pluviométrica e produtividade da**

cultura de soja no município de Ibirubá-RS. 2013. 95f. Dissertação (Mestrado em em Geografia e Geociências) - Universidade Federal de Santa Maria.

SOARES, R. M.; MARINGONI, A. C.; LIMA, G. P. P. Ineficiência de acibenzolar-S-methyl na indução de resistência de feijoeiro à murcha-deCurtobacterium. **Fitopatologia Brasileira.** v. 29, p. 373-377. 2004.

STADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. Oídios de Leguminosas: Feijoeiro e Soja. In: SADNIK, M. J.; RIVERA, M. C. **Oídios.** Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2000. 484 p.

STICHER, L.; MAUCH-MANI, B.; MÉTRAUX, J. P. Systemic acquired resistance. **Annual Review of Phytopathology.** v. 35, n. 1, p. 235-270. 1997.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal.* 4. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

TANIMOTO, O. S.; NAKANO, M. A. S.; PEREIRA, R. E. A.; TANIMOTO, M. T.; SILVA, R. A. Approach Prima no controle da ferrugem da soja. **Nucleus.** v. 8, n. 1, p. 257-268. 2010b.

TANIMOTO, O. S.; NAKANO, M. A. S.; PEREIRA, R. E. A.; TANIMOTO, M. T.; SILVA, R. A. Approach Prima no controle da ferrugem da soja. **Nucleus.** v. 7, n. 2, p. 173-184. 2010a.

TÖFOLI, J. G.; MELLO, S. C.; DOMINGUES, R. J. Efeito do fosfito de potássio isolado e em mistura com fungicidas no controle da requeima do tomateiro. **Arquivo Instituto Biológico.** v. 79, n. 2, p. 201-208. 2012.

TOYOTA, M. **Extratos vegetais e produtos comerciais no manejo da ferrugem e nos mecanismos de defesa do cafeeiro à cercosporiose.** 2008. 66f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TRIGIANO, R. N.; WINDHAM, M. T.; WINDHAM, A. S. **Fitopatologia:** conceitos e exercícios de laboratório. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 576 p.

VAN LOON, L. C.; BAKKER, P. A. H. M.; PIETERSE C. M. J. Systemic resistance induced by Rhizosphere bacteria. **Annual Reviews Phytopathology.** v. 36, p. 453-483. 1998.

VENCATO, A. Z. **Anuário Brasileiro da Soja 2010.** Santa Cruz do Sul: Ed. Gazeta Santa Cruz, 2010. 144 p.

WIRTH, S. J.; WOLF, G. A. Micro-plate colourimetric assay for endoacting cellulase, xylanase, chitinase, β -1,3-glucanase and amylase extracted from forest soil horizons. **Soil Biology and Biochemistry.** v. 24, p. 511-519. 1990.

YANG X. B.; TSCHANZ A. T.; DOWLER W. M.; WANG T. C. Development of yield loss models in relation to reductions of components of soybeans infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Phytopathology**. v. 81, p. 1420-1426. 1991.

YORINORI, J. T.; JUNIOR, J. N.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem “asiática” no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. Londrina: Embrapa Soja, n. 247, 2004. p. 09-10.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLLI, P. F. **Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*): Identificação e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 25 p.

YORINORI, J. T.; UTIAMADA, C. M.; SATO, L. N.; MUTA, F. T. T.; ROIM, F. B. Perdas ocasionadas pela ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). **Fitopatologia Brasileira**. v. 28, p. 210. 2003.